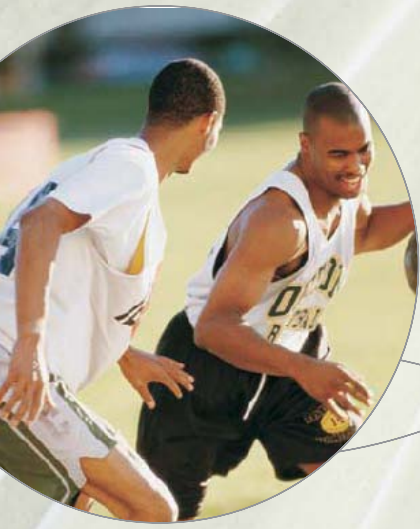




ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL Cuerpo HumanO














ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL Cuerpo HumanO

DIRECCIÓN Y SUPERVISIÓN GENERAL
Luis Roberto Barone
DIRECCIÓN EDITORIAL
Carlos Eduardo Rodríguez
DIRECCIÓN DE OBRA
Marta Lucía Ghiglioni
DIRECCIÓN TÉCNICA, GRÁFICA DIGITAL Y ARTÍSTICA
Claudio Daniel González
DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN
Susana Silvia Luna

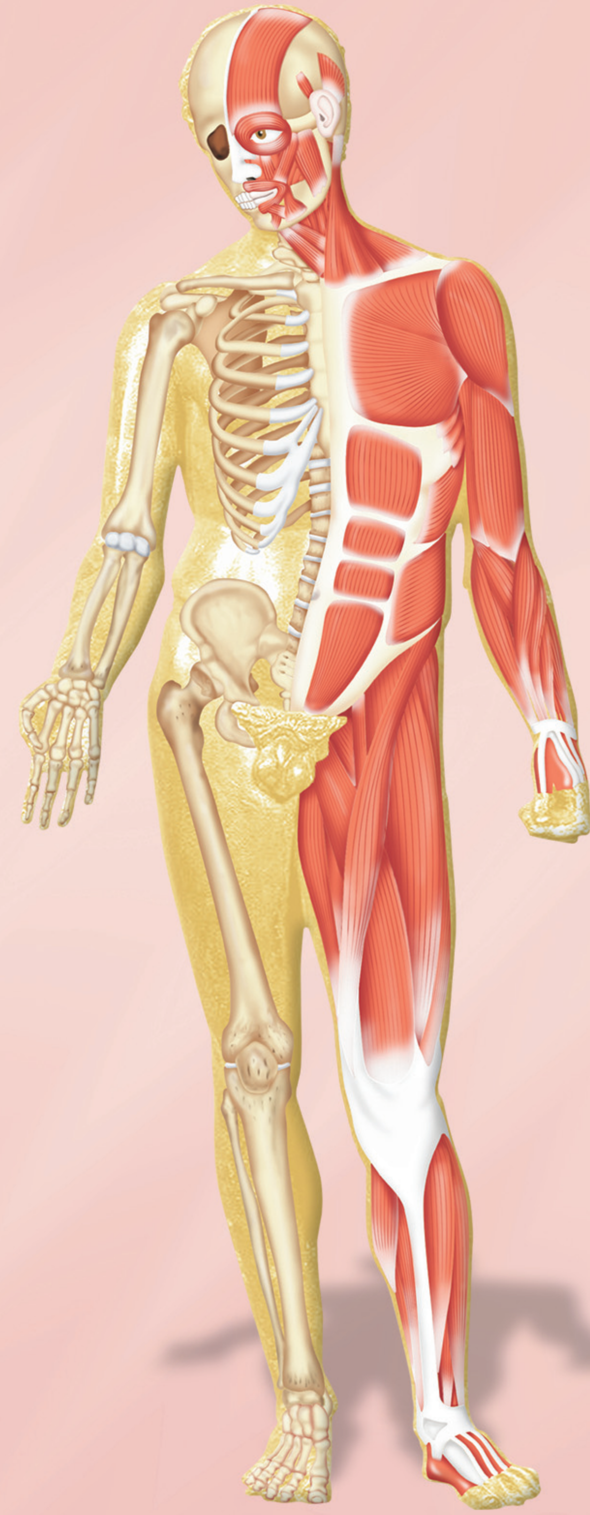
Redacción y selección de textos
Adriana Graciela Cuenca - Equipo editorial
Ilustraciones especiales
Walter García - Paulo Soverón
Dirección de la presente edición
Marta Natalia Stradella
Coordinación técnica, gráfica digital y artística de la presente edición
Julieta Mariel Dos Santos
Diseño gráfico digital de la obra
María Victoria García Arias

Departamento de publicidad y marketing
Dirección creativa
Carlos Alberto Cuevas
Dirección de marketing y comunicación
Ana María Pereira
Dirección de arte
Armando Andrés Rodríguez
Asistencia de arte
Alejandro Kechichian

Equipo editorial
Directores y supervisores editoriales
Carlos Federico Docampo - Daniela Analía Peralta - Marta Natalia Stradella
Asistentes de obra y edición
Bárbara Bruchez - Dolores Contreras - Delfina Moroni - Silvina Peri
Andrea Pires - Juliana Torres
Supervisores y coordinadores de diseño gráfico
Úrsula Buono - Mariana Duarte - Gabriela Fazzito - Analía Piedrabuena
Asistentes de diseño gráfico
Carolina Catz - Jaqueline Espinola - Bárbara Montano - Carla Spinelli
Coordinadora técnica, gráfica digital y artística
Julieta Mariel Dos Santos
Diagramadores digitales
Verónica Bibiloni - Vanesa Hirsch - Andrea Lescinskas - Florencia Santoro
Vanesa Villalba - Natalia Vázquez Sarrailhé - Pablo Vega Avendaño
Coordinadores de tráfico y producción
Sergio Martín Caruso - Liliana Ester Cuevas - Emilsa del Valle Sosa
Dirección comercial
Luis Mariano Barone
Secretaría comercial
Raúl Oscar Calcaterra - Diego Javier Delgado - Marta Elizabeth Dellisanti
Claudio Alberto Guerreiro - Irma Beatriz Pedraza
Dirección administrativa
María Luján Barone - Juana Antonia Rivas
Secretaría administrativa
Julieta Soledad Rodríguez
Coordinación administrativa
Inés Mercedes Fanesi
Tráfico editorial
Coordinación: Luis Alberto Rubio
José Oscar Garay - Leonardo Gastón Herrera - Rosa Moreno
Ulises Darío Parente - Adrián Antonio Pilla - Eduardo Trinidad

Realizado y editado en Argentina
Impreso en Colombia

Todos los derechos reservados
© **CULTURAL LIBRERA AMERICANA S. A.** - MMIV
GRUPO CLASA - Buenos Aires - Rep. Argentina



Requerimientos para utilizar el CD que acompaña esta obra:

HARDWARE
PC con microprocesador de 200 Mhz (mínimo), aunque se recomienda de 500 Mhz o superior.
64 Mb de memoria RAM.
Placa de video de 4 Mb (mínimo).
Lectora de CD 36 X o superior.
Placa de sonido.

SOFTWARE
Windows® 98/ME/2000/XP.
Configuración de pantalla en 16 millones de colores (mínimo).
Descompresor (Códec) de video para norma MPEG (puede descargarse de Internet).
Se recomienda (si el equipo lo soporta) descargar también un descompresor para DivX 5 para mejor visualización de algunos videos.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este libro, así como su tratamiento informático, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información o sistema de recuperación o por otros medios, ya sean electrónicos, mecánicos, por fotocopia, registro, etc., sin el permiso previo y por escrito de los titulares del copyright.

ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL

Cuerpo HumanO

A modo de



Nuestro sello editorial se complace en invitarlos a realizar un recorrido fascinante por el interior del cuerpo humano, una máquina maravillosa y perfecta, donde se esconden tantos secretos de la naturaleza.

La obra que presentamos está destinada a docentes, padres, estudiantes y personas inquietas que quieran conocer, de una manera dinámica y recreativa, los aspectos estructurales y el funcionamiento de nuestro organismo, así como los factores que ponen en riesgo su equilibrio.

Contiene una rica información, completa y actualizada, completamente accesible aun para aquellos que no posean un estudio previo sobre anatomía y fisiología. Para su lectura, se dividió en capítulos que abarcan las funciones que hacen posible la vida de los seres humanos, y todos los sistemas y los órganos que las llevan a cabo.

Nuestros lectores irán incorporando conocimientos a través de la lectura de los textos y de la observación de las magníficas ilustraciones, especialmente los dibujos, que se basaron en trabajos de grandes anatomistas e investigadores. Mediante imágenes poderosas, podrán apreciar la ubicación de los órganos, una verdadera ayuda para internalizar un mapa mental del cuerpo y comprender las relaciones entre las diversas estructuras.

También lograrán captar la dinámica de importantes procesos, plasmados en esquemas y dibujos conceptuales de gran riqueza visual.

La concepción de la obra es la integración de diversos aspectos; por lo tanto, dentro de cada tema hay conceptos que remiten a otra par-

presentación

te del libro, para facilitar la actitud interactiva de los lectores. Nuestro objetivo máximo es que nuestros lectores adquieran la noción de que el cuerpo es una unidad funcional, vital y en movimiento permanente, organizada para responder a infinitos estímulos internos y externos. Pero, fundamentalmente, esperamos que sirva de reflexión sobre el valor de la vida y su cuidado, ya que la naturaleza parece haber puesto mucho empeño en diseñar al ser humano.



Estamos transitando un nuevo siglo, en el que la educación cobra un rol fundamental para acceder a los bienes científicos, tecnológicos y culturales. Estamos seguros de que esta nueva obra ocupará un lugar destacado en la biblioteca familiar, y que adultos, jóvenes y niños podrán consultarla para despejar dudas, aprender, realizar trabajos de investigación y ayudar a los más pequeños. Incluso, será de suma utilidad para todos los que tengan acceso a Internet, ya que, para internarse en la red y localizar información correcta y seria, es importante tener sólidos conocimientos previos.

Y, ahora sí, reiteramos nuestra invitación del principio. Esperamos que disfruten de este hermoso recorrido.

Los editores

ÍNDICE GENERAL DE LA OBRA







Un organismo complejo

Niveles de organización



Nuestro cuerpo es una máquina maravillosa y, como tal, no es el resultado de la suma de sus partes, sino una estructura orgánica, donde todas las funciones se interrelacionan.
En estas páginas nos aproximamos al todo y a las partes, pero teniendo en cuenta que sólo lo hacemos por una razón metodológica.
Empecemos, pues, este recorrido por el organismo humano.

Unidad psico-física

El cuerpo humano no es una suma de órganos y sistemas, sino una unidad organizada que funciona en forma armónica de acuerdo con las condiciones ambientales e intercambia materia y energía con el medio. Este intercambio es permanente y asegura su supervivencia.

Toda persona es una unidad psicofísica, pero también un producto social. Por lo tanto, posee características propias que provienen de la herencia genética, el medio y las relaciones que establece con las demás personas.

A diario, recibimos una variedad enorme de **estímulos** a los que nuestro organismo da **respuesta**. Algunos estímulos son externos y otros son propios de nuestra particular conformación.

Los **estímulos externos** son innumerables: la temperatura, una persona que nos habla, los vehículos que transitan una calle que debemos cruzar, un olor agradable o desagradable, un paisaje...

Pero también hay un amplio repertorio de **estímulos internos**, como el hambre, el dolor que nos produce un órgano, el cansancio, la necesidad de escuchar música, las ganas de correr...

Las respuestas que damos también son variadas. Y especialmente las que implican conductas más complejas son diferentes de un ser humano a otro. Podemos decir que **cada persona es una unidad psico-física y también social**. Cada una comparte con las demás algunas funciones que son características de los seres humanos y también de los animales. Pero cada una posee características propias que provienen de la herencia genética, de su medio cultural, familiar y social, y de las transformaciones que sufre en la relación con las demás personas.

A lo largo de este libro, veremos exclusivamente la **anatomía del cuerpo humano**, su complejidad y el funcionamiento de cada una de sus partes. Pero recordemos que cada organismo es más que esto, ya que las facultades intelectuales y emocionales, y la relación con el medio producen modificaciones y cambios en la estructura del cuerpo y sus funciones, y viceversa.

El metabolismo

El ser humano está en permanente relación con su medio, del cual depende para sobrevivir. Esa relación es posible porque es una estructura sumamente organizada —y la más compleja de la naturaleza—, que le permite adaptarse a los cambios permanentes de las condiciones externas y lograr el mayor grado de equilibrio en su medio interno, y entre éste y el ambiente en que vive (componentes físicos, químicos, biológicos, culturales, ecológicos). Cuando se quiebra el equilibrio u *homeostasis*, se produce la enfermedad.

Para lograr el **equilibrio** del cuerpo, trabajan mancomunadamente varios órganos al mismo tiempo. Podemos decir que el cuerpo nunca deja de moverse, aunque estemos quietos. Cada segundo, se cumplen en el organismo miles de procesos que, en conjunto, se denominan **metabolismo**. Para que se cumplan estos procesos, el cuerpo humano posee sistemas especializados que desempeñan diferentes tareas. Estos sistemas trabajan en forma coordinada, gracias al sistema nervioso y el sistema endocrino, que son los encargados de regular las dos fases del metabolismo: la de construcción o **anabolismo** y la de destrucción o **catabolismo**. Un ejemplo de anabolismo es la síntesis de glucosa que realiza el hígado a partir de ciertas moléculas; la degradación de los ácidos grasos es un fenómeno catabólico.



*Se denomina **metabolismo** a las reacciones químicas que se producen dentro de las células y que las mantienen vivas.*
*Los **procesos anabólicos** son aquellos mediante los cuales las moléculas se juntan para formar un compuesto más complejo. Es decir, se sintetiza un compuesto con gasto de energía. Las grasas y las proteínas, entre otros componentes, son productos de estos procesos.*
*Las **procesos catabólicos** son aquellos durante los cuales se degradan sustancias con el fin de liberar energía para realizar nuevas síntesis y para el trabajo muscular, la transmisión de impulsos nerviosos y el mantenimiento de la eficacia funcional. Por ejemplo, la respiración.*

Niveles de organización

Los seres humanos, igual que todos los seres vivos, estamos constituidos por elementos químicos presentes en la materia inerte, como *oxígeno*, *carbono*, *hidrógeno*, *fósforo* y *nitrógeno*. Pero ¿qué nos hace tan diferentes del agua o una piedra? La complejidad de las combinaciones de estos elementos en macromoléculas, el grado de organización que presenta nuestro cuerpo y la capacidad de reproducirnos.



La materia de los seres vivos

El **protoplasma** es la materia que constituye el cuerpo de los seres vivos. Algunas sustancias que lo forman pueden disolverse en agua: son *hidrosolubles*. Otras, por ser *insolubles*, se mantienen como partículas en suspensión; por eso se dice que se presentan en estado coloidal.

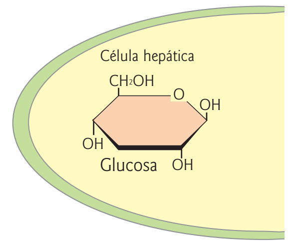
Porcentaje de las sustancias que conforman el cuerpo humano.



NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LOS SERES VIVOS

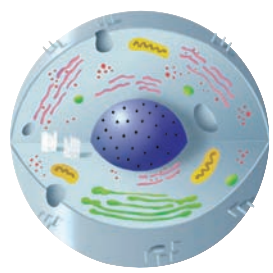
1 - PROTOPLASMÁTICO

Es el conjunto de sustancias que componen los seres vivos y está formado por átomos de carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno en menor proporción, que se combinan en moléculas con las que se construyen las distintas estructuras del protoplasma.



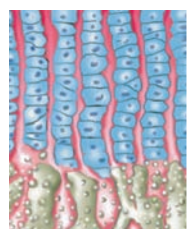
2 - CELULAR

Las células son las unidades diferenciadas y funcionales de vida. En el cuerpo humano presentan características diferenciadas según las funciones que realizan. Ejemplos: célula cardíaca, célula ósea.



3 - TISULAR

Los tejidos están formados por la reunión de células semejantes, especializadas para cumplir una determinada función. Ejemplos: tejido cardíaco, tejido óseo.



4 - DE LOS ÓRGANOS

Los órganos son las piezas o partes de un organismo, formadas por los tejidos, que cumplen una determinada función. Ejemplos: corazón, hueso.



5 - DE LOS SISTEMAS DE ÓRGANOS

Son agrupaciones de órganos que trabajan coordinadamente para realizar una función vital. Ejemplos: sistema circulatorio, sistema óseo.



6 - DEL ORGANISMO

Es cada uno de los seres vivos, resultado de una especial organización, que le permite vivir.

Los seres humanos se ubican en el nivel de organización de sistema de órganos.

Cuando nos referimos a la organización de un organismo, estamos intentando establecer la forma que guardan sus partes en su distribución.

Funciones vitales básicas

Como todos los seres vivos, los humanos realizan una variedad de funciones para perpetuarse. Ellas son:

- la capacidad para **tomar materia y energía** del medio para satisfacer sus necesidades;
- el **movimiento**, que les permite desplazarse;
- la capacidad de **responder a los estímulos del medio ambiente**, la **adaptación** y la **coordinación** de las diferentes funciones;
- la **defensa e inmunidad** del organismo;
- el **crecimiento**, que es la facultad de aumentar la sustancia viva;
- la **posibilidad de reproducirse**, función que garantiza la continuidad como especie.

La carencia de alimentos es el problema más importante que enfrenta gran parte de la humanidad y afecta a la totalidad por sus consecuencias nefastas.



La nutrición

Todos los seres vivos necesitan alimentarse para obtener la **materia** y la **energía** que emplean para vivir. Por medio de la **nutrición**, obtienen materia y la integran a las células con el fin de reponer las partes que se van perdiendo y desgastando. Parte de esa materia es utilizada como **energía**, fundamental para mantener la intensa actividad del organismo. Otra parte queda como **material de reserva** (energía almacenada).

En los seres humanos, igual que en los animales, la función de nutrición comprende cuatro procesos muy relacionados.
Cada una de estas funciones son desempeñadas por diferentes sistemas.



Ver *alimentos* en pág. 69

Los seres humanos producen casi toda la energía que necesitan oxidando azúcares, proteínas y grasas, contenidos en los alimentos.

La nutrición comprende

- **La digestión de los nutrientes.**
- **La circulación de éstos hacia cada una de las células del cuerpo.**
- **La respiración, por medio de la cual se obtiene el oxígeno, que libera la energía que contienen.**
- **La excreción, por la cual se desecha lo que no es utilizado por el cuerpo.**

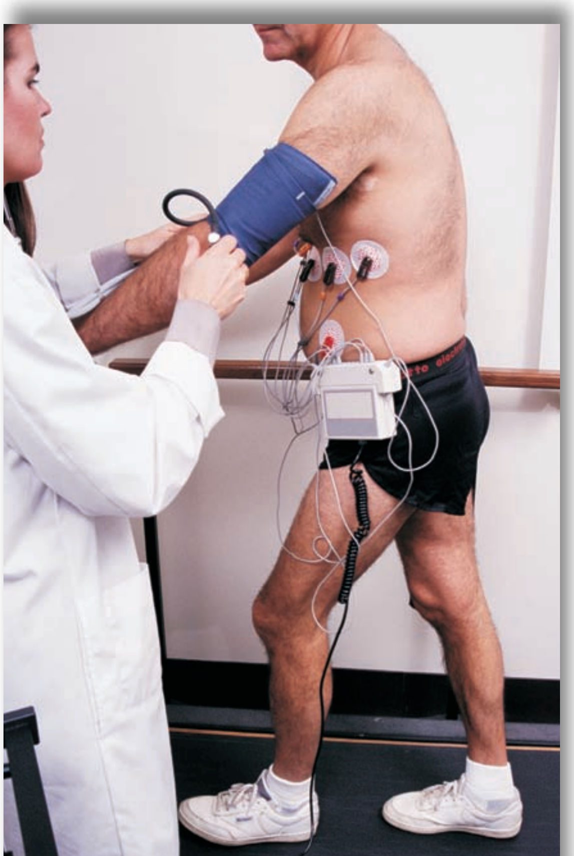


¿De dónde obtenemos la energía?

Cuando caminamos, cuando nos movemos, cuando realizamos un esfuerzo físico, consumimos energía. Pero los seres humanos, del mismo modo que todos los animales, no creamos esa energía, ya que esta forma de la materia no puede crearse de la nada. ¿De dónde proviene, entonces, la energía que utilizamos? De los **alimentos**. La materia orgánica que asimilamos cuando nos alimentamos posee una energía química capaz de transformarse, por medio de distintas reacciones que se producen en nuestro organismo, en energía mecánica (que gastamos cuando realizamos un esfuerzo), además de calor y todas las formas de energía necesarias para mantenernos vivos. Al alimentarnos, reponemos la energía que gastamos.
La energía química contenida en los alimentos se transforma gracias a la combustión que tiene lugar cuando se combinan el oxígeno que respiramos con la materia orgánica que consumimos. Lo que se produce entonces es una **oxidación**.

La digestión de los nutrientes
Los seres humanos, como todos los animales, poseen un sistema especializado por medio del cual las sustancias alimenticias son transformadas completamente para ser asimiladas por todas las células. Este proceso se llama **digestión**. Si tuviéramos la posibilidad de seguir el camino de nuestros alimentos, nos sorprenderíamos por la manera en que son reducidos hasta ser transformados en moléculas que pasan del intestino delgado a la sangre, y de allí a las células del cuerpo. Pero la transformación no termina en las células. Por el contrario, éstas son fábricas en miniatura donde se procesan las sustancias recibidas para obtener energía o materia para construir aquella que se pierde.

La circulación de los nutrientes
Para transportar las sustancias útiles desde el sistema digestivo hasta las células, contamos con el **sistema circulatorio**, que consta de una bomba, el corazón y tubos cerrados (arterias, venas y capilares) por donde circula la **sangre**. Los nutrientes transformados por el sistema digestivo se encuentran disueltos en la sangre o están ligados a proteínas transportadoras.
Pero la sangre transporta, además, el **oxígeno**, sustancia que el organismo utiliza para oxidar los nutrientes y obtener la energía vital. Y lleva los residuos de las reacciones metabólicas de las células hacia los pulmones, donde son eliminados cuando exhalamos aire, y hacia los riñones (donde se forma la orina).
Otra de sus funciones es conducir elementos de defensa.



Los controles periódicos del sistema circulatorio son importantes para prevenir afecciones que imposibiliten el buen funcionamiento del corazón y los vasos sanguíneos.

La respiración
Es un proceso que culmina con la **oxidorreducción**, proceso que se produce en el interior de las células. Para llegar a esa instancia, el cuerpo posee un sistema de órganos: el **sistema respiratorio**. Gracias a él obtenemos el oxígeno, llave de la energía, y eliminamos desechos producidos por la oxidorreducción: dióxido de carbono y vapor de agua. Existe una relación muy íntima entre los sistemas circulatorio y respiratorio. En los alvéolos pulmonares, rodeados por capilares sanguíneos, se realiza el intercambio gaseoso: el **oxígeno** pasa de los alvéolos a la sangre, que lo transporta a las células, y el **dióxido de carbono** y el vapor de agua pasan de la sangre a los alvéolos pulmonares, para ser eliminados durante la espiración.

La excreción
La **célula** puede ser comparada con una pequeña fábrica, donde se obtienen productos y, como resultado de la actividad, se producen **desechos**. Como todo desecho es tóxico para el organismo, debe ser expulsado hacia el exterior. Para ello, el cuerpo cuenta con un **sistema excretor**, cuyos órganos principales son los riñones. Dentro de ellos, se reciclan algunos desechos para volver a ser utilizados, y los que no pueden ser aprovechados forman la orina, que eliminamos durante la micción.

El movimiento

La capacidad de moverse está relacionada, en principio, con la necesidad de capturar el alimento y digerirlo, propia de los animales. Posiblemente, la obtención de raíces y frutos, y la caza de animales fueron las actividades principales de nuestros antepasados prehistóricos. Pero, como el ser humano cuenta con facultades intelectuales, los movimientos del cuerpo estuvieron relacionados con nuevas adquisiciones: la fabricación de vestimentas, de herramientas, la comunicación oral y escrita...
En la actualidad, realizamos una infinidad de movimientos con múltiples propósitos, gracias a nuestro **sistema ósteo-artro-muscular**. Éste se encuentra organizado en huesos y músculos. Los **huesos** protegen órganos, los sostienen y son los elementos pasivos pero fundamentales del movimiento. Los **músculos** protegen órganos y son los que reciben los impulsos nerviosos, que producen su estiramiento o acortamiento, las dos fases del trabajo muscular.

Ver *digestión* en pág. 62

Ver *sangre* en pág. 99

Ver *sistema circulatorio* en pág. 86

Ver *sistema respiratorio* en pág. 74

Ver *sistema excretor* en pág. 104

Ver *sistema ósteo-artro-muscular* en pág. 30

El oxígeno está presente en la atmósfera terrestre. Sin él, no podemos vivir.



Ver *sistema nervioso* en pág. 114

A. *Escherichia coli.*

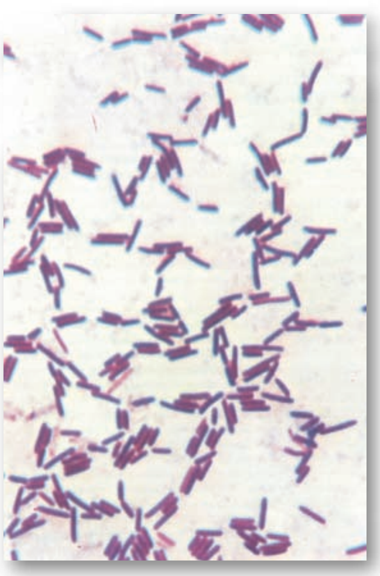
B. *Virus del ébola.*

C. *Representación del HIV, virus del sida.*

Ver *médula ósea* en pág. 44

Ver *arco reflejo* en pág. 127

La mayoría de las bacterias tienen forma esférica, de espiral o de varilla. En la ilustración, el Bacillus subtilis, causante de la conjuntivitis.



La respuesta y la coordinación

Ya dijimos que el cuerpo no es una suma de partes, sino que todos los componentes, en los distintos niveles de organización, actúan coordinadamente. El encargado de coordinar todas las funciones que llevan adelante los órganos, reunidos en sistemas, y las células del cuerpo es el **sistema nervioso**. A través de sus células se transmiten los impulsos nerviosos que hacen que nos movamos, nos alimentemos y recibamos los estímulos internos y externos, entre muchas actividades.

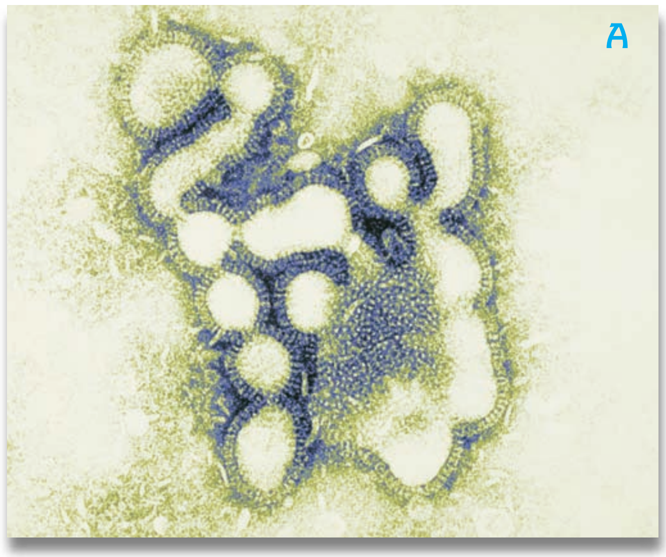
Los **estímulos externos** son recibidos por terminales nerviosas que están esparcidas por la piel o contenidas en nuestros sentidos. Los **internos** son recibidos por terminales que inervan las paredes de los órganos.



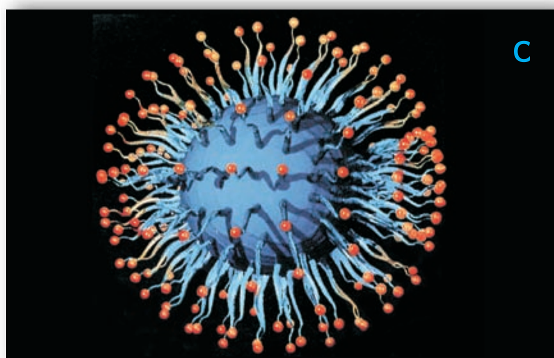
De acuerdo con los datos que recibe el sistema nervioso, elabora una respuesta. En algunos casos, es inmediata, como cuando tocamos o rozamos una llama con la mano, y la retiramos al instante (**arco reflejo**). En cambio, algunas situaciones exigen una elaboración intelectual y, por lo tanto, la respuesta es más lenta.

Defensa e inmunidad

Todo organismo tiene mecanismos de defensa contra las agresiones del medio ambiente. El



cuerpo humano, a pesar de parecer tan vulnerable, posee un sistema que destruye muchos de los microorganismos nocivos que ingresan a él. La primera barrera que encuentran los factores patógenos es la **piel**. Si logran entrar, encuentran una segunda barrera, constituida por células sanguíneas que se encargan de fagocitarlos. Por último, el cuerpo cuenta con una barrera terciaria, conformada por *órganos linfoides*, *ganglios* y la **médula ósea**.



Bacterias y virus

Estos organismos microscópicos logran "burlar" muchas veces nuestras defensas y originan, por lo tanto, enfermedades.

Las **bacterias** son muy útiles para obtener productos, como *alcohol*, *acetona*, *manteca* y *cacao*; pero otras veces provocan enfermedades infecciosas. Se clasifican en cuatro categorías.

Cocos: de forma esférica. Pueden permanecer aislados o en grupos de dos (neumococos y meningococos), formando racimos (estafilococos) o cadenas muy extensas (estreptococos).

Bacilos: de aspecto semejante a un bastón. Producen enfermedades como el *tétanos*, la *tuberculosis*, la *difteria*, etc.

Vibrios: alargados, parecidos a una coma ortográfica, como el vibrión causante del cólera.

Espirilos o espiroquetas: tienen forma ondulada, semejante a un rizo.

Los **virus** son organismos que pueden parasitar a células (donde se multiplican) y a bacterias. Una de sus características es que modifican su estructura para que nuestras defensas no los reconozcan, como el *virus de la gripe*, *de la hepatitis B*, del *sida* y otros.

Reproducción y crecimiento

Los organismos nacen, crecen y mueren. El cuerpo humano proviene de la unión de una célula femenina y una masculina. A partir de la **fecundación** del *óvulo* por el *espermatozoide*, se forma un huevo o *cigota*, que se desarrolla en la matriz por la multiplicación (reproducción) de las células. Por lo tanto, la **reproducción celular** es clave en el crecimiento de un nuevo ser y en su posterior desarrollo. La función de nutrición está sumamente relacionada con esta facultad, ya que aporta los materiales necesarios para la creación de nuevas células.

El **crecimiento** significa el incremento de la masa corpórea, que se puede medir en cuanto al peso, la altura y los perímetros corporales. Por lo tanto, el crecimiento se refiere al cuerpo y depende de la calidad y la cantidad de materia que se incorpore a él.

Durante los primeros 18 años de vida, el cuerpo crece y se transforma de manera constante. Aumentan la talla, el peso, las proporciones y las formas corporales. Se definen los rasgos faciales. El **desarrollo** se refiere a un avance en las capacidades físicas e intelectuales de la persona.

ETAPAS DEL CRECIMIENTO Y EL DESARROLLO HUMANO



Las etapas de crecimiento y desarrollo se inician con la vida intrauterina, donde se forma el nuevo ser. La reproducción celular se produce a gran velocidad.



Durante el primer año de vida, la velocidad de crecimiento se triplica. Alrededor de los 5 meses, comienzan a aparecer los dientes (primera dentición). A partir de los 8 meses, el bebé puede sentarse (y mantenerse en esa posición) y pararse sin ayuda. El sistema nervioso madura paulatinamente y le permite, durante el segundo año de vida, controlar los esfínteres y desarrollar capacidades como la marcha y el habla.



Los niños crecen en altura a medida que sus huesos se alargan. Esto ocurre gradualmente a lo largo de toda la infancia. El esqueleto sufre un proceso de remodelación y reforzamiento permanente. Alrededor de los 3 años, completan la primera dentición. Alrededor de los 5 años, controlan totalmente su actividad corporal, y a los 6 pueden iniciar la escuela primaria.

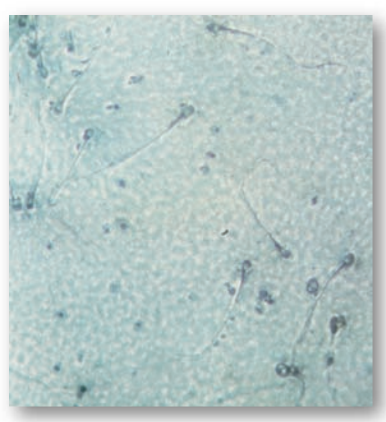


A los 10 años de edad, los niños alcanzan el 50 % de su peso de adulto. Entre esta edad y la adolescencia, las piernas pasan de 3 octavos de la longitud total a 1 medio, y la cabeza, de 1 cuarto a 1 octavo en proporción con el cuerpo. A partir de los 11 años, aproximadamente, las niñas crecen en forma rápida. Los niños comienzan un año después.



A partir de la pubertad, todos los órganos del sistema reproductor aumentan de tamaño, aparecen los caracteres sexuales secundarios, y las glándulas comienzan a producir células sexuales. En general, las mujeres dejan de crecer a los 18 años, y los varones, uno o dos años después.

Microfotografía de espermatozoides humanos.



La célula

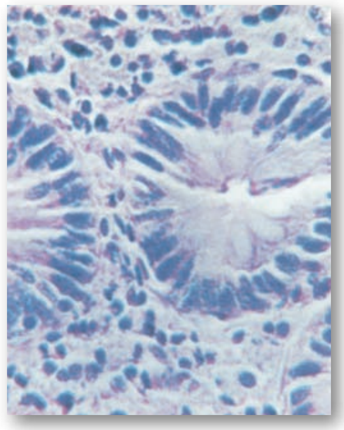
El cuerpo humano se organiza a partir de las células. Cada una de ellas es una pequeña fábrica donde se producen sustancias nuevas que sustituyen las que son destruidas y se libera la energía que necesita el organismo para cumplir con sus funciones y realizar diferentes trabajos. Un ejemplo de trabajo celular se aprecia en los músculos, que se contraen o se relajan, produciendo el movimiento del cuerpo.

Las células se miden en micrones (m). Los microscopios ópticos tienen una resolución de 0.2 m; la resolución de los electrónicos es de 0.001 m.

La **célula** es la porción más pequeña de materia que puede tener existencia propia. Un ser vivo puede estar formado por una sola célula o por millones de ellas.

Las células presentan diferentes tamaños. Una primera clasificación permite distinguir entre células **microscópicas** y **macroscópicas**. Las que pueden ser observadas a simple vista, como el huevo sin cáscara del avestruz, son las células **macroscópicas**. Las **microscópicas** son las que se ven únicamente a través del microscopio.

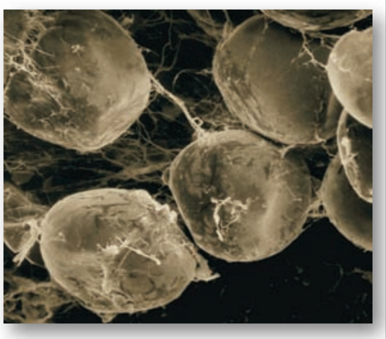
Las células del cuerpo humano poseen diferentes formas y tamaños, de acuerdo con la función que cumplen. Por ejemplo, los *glóbulos rojos*, especializados en transportar oxígeno, tienen forma de disco y miden 7.5 m; las *neuronas* (células que transmiten los impulsos nerviosos) pueden medir 50 m y presentan ramificaciones y prolongaciones muy largas.



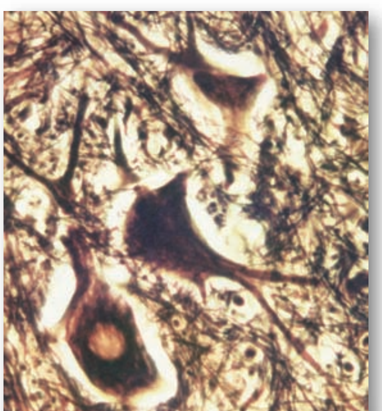


Microfotografías de diferentes tipos de células.

Células del tejido sanguíneo.



Célula multipolar de la médula.



El microscopio óptico es una herramienta fundamental para el estudio de las células, ya que permite observar las imágenes entre dos puntos separados por apenas 0.2 micrones.



LA CÉLULA

UNIDAD ESTRUCTURAL

Forma parte de todo ser vivo.

UNIDAD FUNCIONAL

En ella se realizan todas las reacciones químicas y funciones que posibilitan la vida.

UNIDAD DE ORIGEN

Toda célula proviene de otra célula.

MOLÉCULAS ORGÁNICAS DE LA CÉLULA

CARBOHIDRATOS O AZÚCARES

Son la principal fuente de energía. Están compuestos por C, H y O. De acuerdo con su proporción, pueden ser **monosacáridos**, como la *glucosa* de la sangre, o **polisacáridos**, como el *glucógeno* del hígado.

LÍPIDOS O GRASAS

Sirven para almacenar reservas de energía por largo tiempo (un gramo almacena seis veces lo que almacena un gramo de carbohidrato). Se encuentran, en particular, debajo de la piel. Forman las membranas de las células y están presentes en las hormonas sexuales, entre otras.
Muchos carbohidratos se transforman en grasas por medio de un proceso llamado **lipogénesis.**

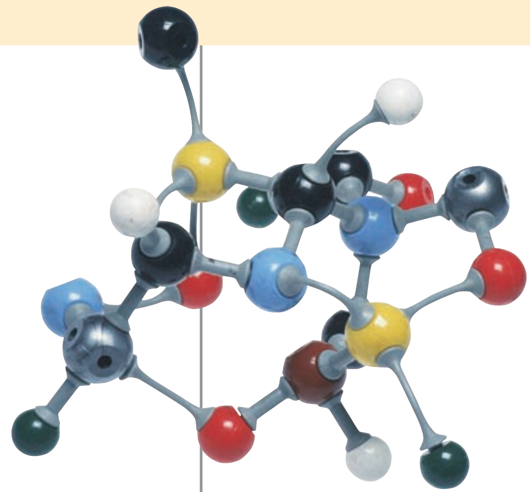
PROTEÍNAS

Son moléculas de gran tamaño que sirven como constituyentes importantes en la estructura y el funcionamiento de todos los organismos vivientes. Están compuestas por moléculas de *aminoácidos,* unidas por enlaces peptídicos. Contienen alrededor de 20 aminoácidos. Presentan una amplia diversidad de formas y funciones en las células. Forman la queratina de las uñas, el colágeno de la piel y el pelo, la insulina del páncreas, la hormona de crecimiento de la hipófisis, etc.
Hay proteínas de estructura, que son los materiales de la célula, y proteínas enzimáticas, que actúan en las reacciones químicas que ocurren en la célula.

NUCLEÓTIDOS

Son las unidades estructurales de los **ácidos nucleicos**: el **ácido ribonucleico** (**ARN**) y el **ácido desoxirribonucleico** (**ADN**).
El **ARN** se encuentra en el citoplasma de la célula, participa en la síntesis de las proteínas y lleva a cabo la transcripción genética del ADN. El **ADN** se encuentra principalmente en los cromosomas, que contienen la información hereditaria de los seres vivos.

La sustancia que conforma la célula es el **protoplasma**, cuyos elementos básicos son el *carbono*, el *hidrógeno*, el *oxígeno* y el *nitrógeno*.
Otros elementos —en una mínima proporción— son el *sodio* (Na), el *calcio* (Ca), el *fósforo* (P) y el *potasio* (K).
Estos elementos se combinan y forman cuatro tipos de moléculas orgánicas presentes en la célula: **carbohidratos** o azúcares, **lípidos** o grasas, **proteínas** y **nucleótidos**.



Modelo de molécula.

C: ***carbono.***
H: ***hidrógeno.***
O: ***oxígeno.***

Diferencias entre diversas sustancias orgánicas

	PROTEÍNAS	LÍPIDOS	HIDRATOS DE CARBONO		
			Monosacáridos	Disacáridos	Polisacáridos
Elementos que poseen:	Carbono. Hidrógeno. Oxígeno. Nitrógeno. (CHON)	C H O	C H O	C H O	C H O
Formados por moléculas de:	Aminoácidos.	Ácidos grasos, glicerol.	Pentosas y hexosas.	Monosacáridos.	Monosacáridos.
Tipos de unión:	Peptídico.	Éster.	Glucosídica (puente de oxígeno).		
Principales funciones:	De reserva. Estructurales. Protectoras.	De reserva. Estructurales.	Fuente de rápida energía.	Fuente rápida de energía de reserva.	De reserva. Estructurales.
Algunos ejemplos	Albúmina (clara de huevo).	Colesterol, aceites.	Glucosa, fructosa.	Sacarosa, galactosa, lactosa.	Glucógeno, almidón, quitina, celulosa.

Conformación de la célula

La mayor parte de los organismos vivos están formados por un número muy variable de células.

En todas las células se observan tres partes bien diferenciadas:

- una **membrana plasmática,** que las rodea y limita;
- un **citoplasma** viscoso, más denso que el agua, en el que se observa un gran número de **organoides**, que se ubican entre la membrana y el núcleo;
- un **núcleo** con forma más o menos esférica que, generalmente, se encuentra en el centro de la célula.

La membrana plasmática

Rodea la célula y presenta **poros** que permiten la entrada y la salida de sustancias a través de ella. Aísla la célula de otras células o medios.

Está compuesta por *lípidos*, *proteínas* e *hidratos de carbono* bastante complejos. Vistas con un miscroscopio electrónico, presentan tres capas.

A través de ella, se realiza el paso de los materiales desde el medio externo hacia dentro de la célula y viceversa. El control de estos intercambios es fundamental para el equilibrio metabólico de la célula.

Citoplasma

Es la sustancia fundamental de la célula, ya que en él se desarrollan diversas **reacciones metabólicas**, como la síntesis de *proteínas* y de *polisacáridos*, así como la obtención de energía. Está formado por una solución acuosa de **iones** (*potasio*, *sodio* y *cloro*) que contiene un 70 u 80 % de agua y biomoléculas de tamaño pequeño, como *azúcares*, *aminoácidos* y *ATP* (adenosintrifosfato), que es el portador de energía de las células.

Presenta diversas estructuras llamadas **organoides**.

Núcleo

Es una parte integrante de casi todas las células. Puede presentar forma esférica, aplanada, de óvalo, etc. Si bien en muchas células se ubica en la parte central, en otras puede estar desplazado. Contiene la información genética (**ADN**) y controla, por lo tanto, las actividades de la célula.

Es el mayor de los organoides, de aproximadamente 10 m de diámetro.

En él se distinguen varias partes: membrana nuclear, jugo nuclear y nucléolos. El constituyente esencial del núcleo es el **ADN**.

En la membrana se encuentran los poros, por donde pasan algunas sustancias.

Ver *ADN* en **pág. 24**

Aparato de Golgi. Es un conjunto de bolsitas aplanadas, rodeadas por una membrana simple. Su forma es muy variable y su tamaño es mayor en las células en actividad que en las células envejecidas. Se ubica al lado del núcleo y se encarga de recibir y almacenar los productos sintetizados por el REG y el REL, sustancias que segregan las células. En ellos se forman unas vesículas que reciben el nombre de *lisosomas*.
Es muy importante en las células nerviosas y musculares.

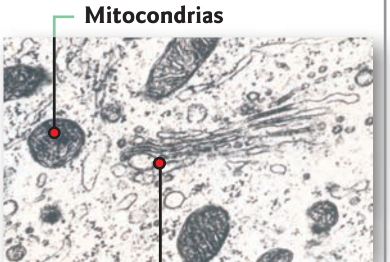
Lisosomas. Tienen forma de esfera, de aproximadamente 0.5 m de diámetro, y en su interior se halla una gran cantidad de enzimas que sirven para realizar la digestión celular.
Pueden formarse directamente a partir del aparato de Golgi o por separación de las vesículas que forman parte de él. Un tipo especial de lisosoma es el acrosoma de la cabeza del espermatozoide, que libera enzimas para disolver la *membrana vitelina* cuando el espermatozoide se une al óvulo.

Retículo endoplasmático rugoso

Retículo endoplasmático (RE). Se presenta como un conjunto de bolsas (cisternas) aplanadas, unidas por membranas que se encuentran en el citoplasma. En su interior circulan sustancias de una a otra parte de la célula. En algunas zonas se adhieren a su superficie los ribosomas, por lo cual se lo denomina *retículo endoplasmático rugoso* o granular (REG), para diferenciarlo del *retículo endoplasmático sin ribosomas* o liso (REL). El REG interviene en la síntesis de proteínas, y el REL, en la síntesis de lípidos o grasas.

Microfotografía de una célula.

Mitocondrias

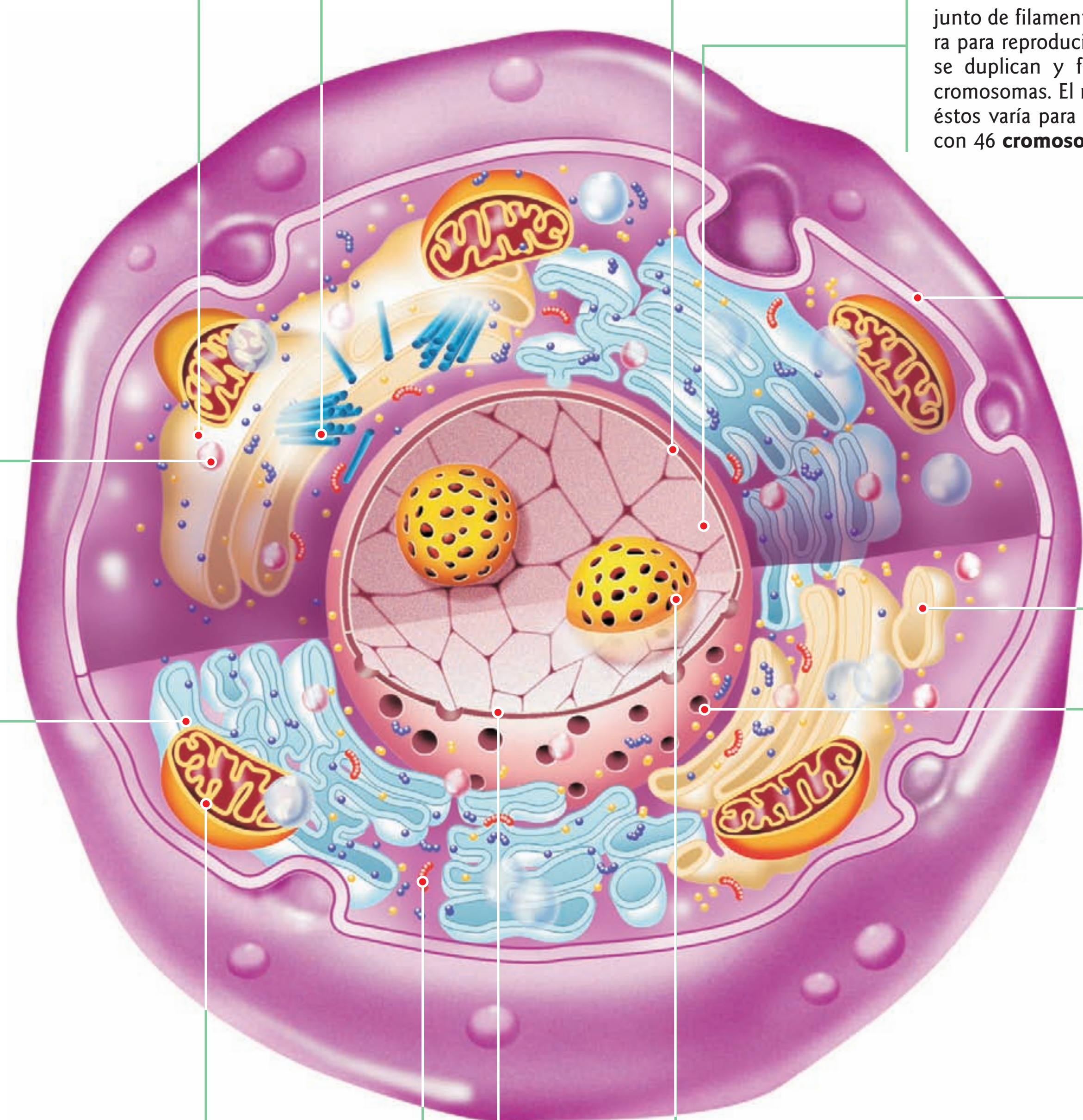


Aparato de Golgi

Centríolos. Están formado por nueve grupos de microtúbulos cada uno, ubicados cerca del núcleo. En conjunto, se asemejan a un cilindro dispuesto en ángulo recto. Intervienen en la reproducción celular.

Membrana nuclear. Es una prolongación del RE. Rodea al núcleo y es semipermeable: a través de ella se produce el intercambio de materiales con el citoplasma. Falta en algunas células.

Jugo nuclear. En él se hallan la cromatina y el o los nucléolos. La primera conforma un conjunto de filamentos. Cuando una célula se prepara para reproducirse, los filamentos de cromatina se duplican y forman cuerpos compactos: los cromosomas. El número, el tamaño y la forma de éstos varía para cada especie; la humana cuenta con 46 **cromosomas**.



MEMBRANA PLASMÁTICA

Retículo endoplasmático liso

NÚCLEO

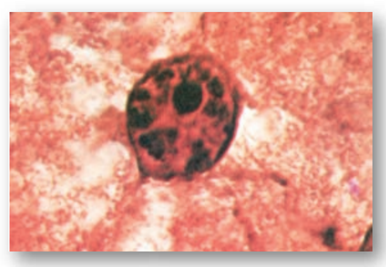
Mitocondrias. Son organoides bastante independientes del resto de la célula, ya que poseen su propio ADN. Tienen forma de cilindro o de óvalo. Su diámetro es de aproximadamente 0.5 a 1.0 m. Están envueltas en dos membranas: una externa, lisa, y otra interna con prolongaciones que forman crestas. En ellas tiene lugar la respiración celular, que consiste en liberar energía con el fin de ser aprovechada en cada una de las actividades de la célula.

Nucléolo. Es un cuerpo con forma de esfera o de óvalo. Está formado por fibras y gránulos. En algunas células hay más de uno.

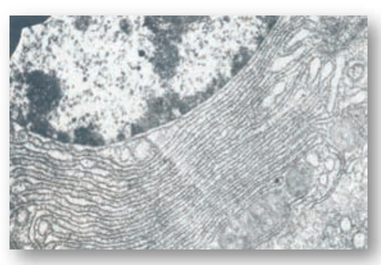
Membrana nuclear

Ribosomas. Son cuerpos con forma esférica que se encuentran unidos al RE o libres dentro del citoplasma. Están compuestos por proteínas y ARN. En ellos se elaboran sustancias complejas a partir de sustancias simples.

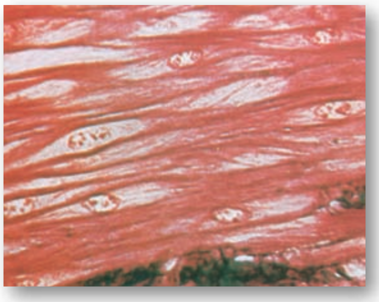
Microfotografía donde se destaca el núcleo.



Microfotografía donde se observa parte del citoplasma y del núcleo.



Funciones de la célula



Células fusiformes del tejido muscular liso. Estas células poseen un núcleo central.
Observada por el miscroscopio electrónico, la membrana celular aparece formada por tres estratos concéntricos, dos de naturaleza proteica, responsables de la elasticidad y la resistencia, y uno lipídico, que constituye el esqueleto principal.

La célula, como todo organismo vivo, cumple una serie de funciones que conforman el metabolismo celular.

Nutrición: mantiene a la célula con vida.
Relación: vincula a la célula con el medio.
Reproducción: permite la obtención de nuevas células.

Los procesos que proporcionan a la célula la energía y las sustancias indispensables para mantenerse viva son los siguientes:

- la entrada de sustancias;
- la transformación que experimentan dichas sustancias en el interior de la célula;
- la eliminación de sustancias que no son de utilidad.

El ingreso de sustancias

La entrada de sustancias a la célula se realiza a través de la **membrana plasmática (A)**.

Las **moléculas** y los **iones** importantes para la vida de la célula son transportados en solución acuosa. Como algunas sustancias traspasan la membrana con mayor facilidad que otras, se dice que es semipermeable o de **permeabilidad selectiva**.

El pasaje de sustancias a la célula puede realizarse de dos maneras, llamadas **pasaje pasivo** y **pasaje activo (B)**.

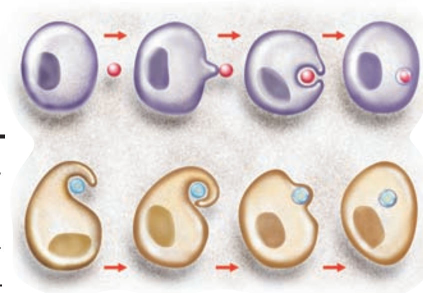
El **pasaje pasivo** se produce sin gasto de energía, por medio de **difusión** o de **ósmosis**, y se emplea para el ingreso del *agua*, el *oxígeno* y las *moléculas pequeñas*. Las moléculas de agua se mueven de un lugar de alta concentración hacia el lugar donde la concentración es menor (**difusión a favor de un gradiente**), hasta obtener homogeneidad. El pasaje se realiza de dos modos: en la **difusión simple**, las sustancias atraviesan la capa de fosfolípidos; en la **difusión facilitada**, intervienen las proteínas transportadoras, que son los canales proteicos y *carriers*.

En el **pasaje activo**, la entrada de sustancias se lleva a cabo gracias a un trabajo que ejecuta la propia célula, cuando el transporte de moléculas necesarias para el metabolismo se realiza en contra del **gradiente de concentración**, lo que requiere un gasto de energía. El **pasaje activo** se lleva a cabo sólo a través de proteínas transportadoras.

Cuando las moléculas son grandes y no pueden atravesar la membrana plasmática, son englobadas por un área de la membrana. Esta porción de membrana se desprende de la superficie celular y forma una **vacuola** que migra al interior. Este proceso se conoce como *fagocitosis* y ocurre cuando las sustancias son sólidas; si se trata de la entrada de líquidos, se lo denomina *pinocitosis*.

La **fagocitosis** es utilizada por algunos glóbulos blancos de la sangre para englobar *bacterias*.

La **pinocitosis** es característica de las células que revisten los capilares sanguíneos, que transportan de este modo proteínas y hormonas.



1 - Fagocitosis.
2 - Pinocitosis.

La transformación de las sustancias

Las grandes moléculas que penetran por *fagocitosis* o *pinocitosis* no pueden pasar directamente a formar parte de los componentes de la célula. Por lo tanto, previamente, son transformadas en moléculas más simples (dos a cuatro carbonos) por las **enzimas digestivas de los lisosomas**, llamadas *hidrolasas*. Una vez simplificadas, las moléculas pueden incorporarse al citoplasma; es decir, son asimiladas.

De este modo, estas sustancias simples se encuentran ya en condiciones de ser utilizadas por la célula como fuente de energía en la respiración (**catabolismo**). O bien las utiliza como material para construir moléculas mayores: **síntesis** de macromoléculas (**anabolismo**).

Lo que la célula no utiliza lo elimina por *oxocitocis*.

Ver *catabolismo y anabolismo* en pág. 70

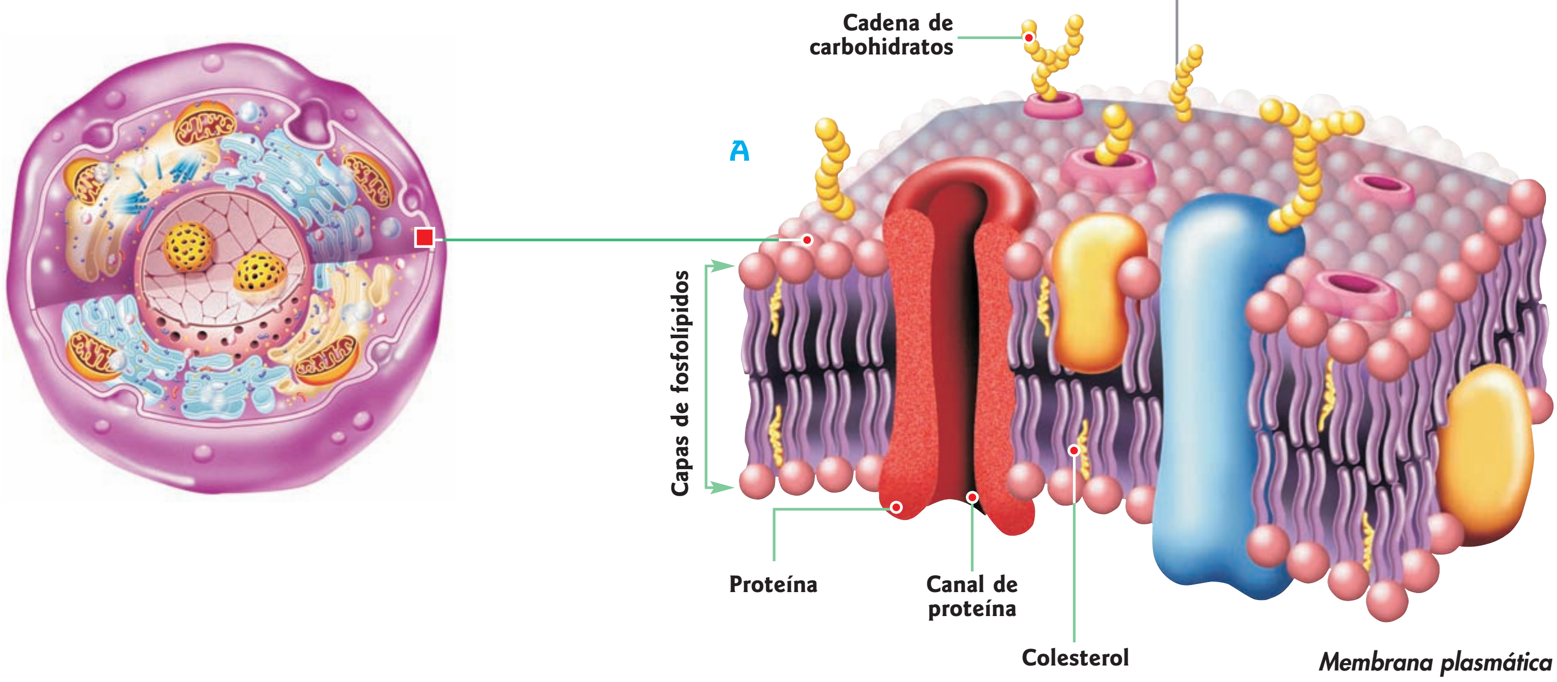
La respiración celular

Mediante el proceso de **respiración** (catabolismo), las células utilizan el **oxígeno** para liberar la energía almacenada en los alimentos. La **glucosa** es la principal sustancia utilizada como **fuente de energía** en la respiración celular. Ésta, junto con el **oxígeno**, se combina dentro de las **mitocondrias**, y se produce la **oxidación** (combustión lenta de las sustancias orgánicas) de moléculas orgánicas simples (*glucosa*, *ácidos grasos* y *aminoácidos*). El resultado es la formación de *dióxido de carbono y agua*, y la liberación de una parte de energía química; la porción restante queda almacenada en las mitocondrias. Esta **energía** puede ser utilizada en la síntesis, el transporte interno o la entrada de sustancias al citoplasma, la eliminación de desechos, secrecio-

nes al medio o la reproducción del protoplasma. El *dióxido de carbono* es eliminado durante la respiración celular a través de la membrana plasmática. El agua es utilizada en parte por la célula; el excedente es eliminado junto con el dióxido de carbono.



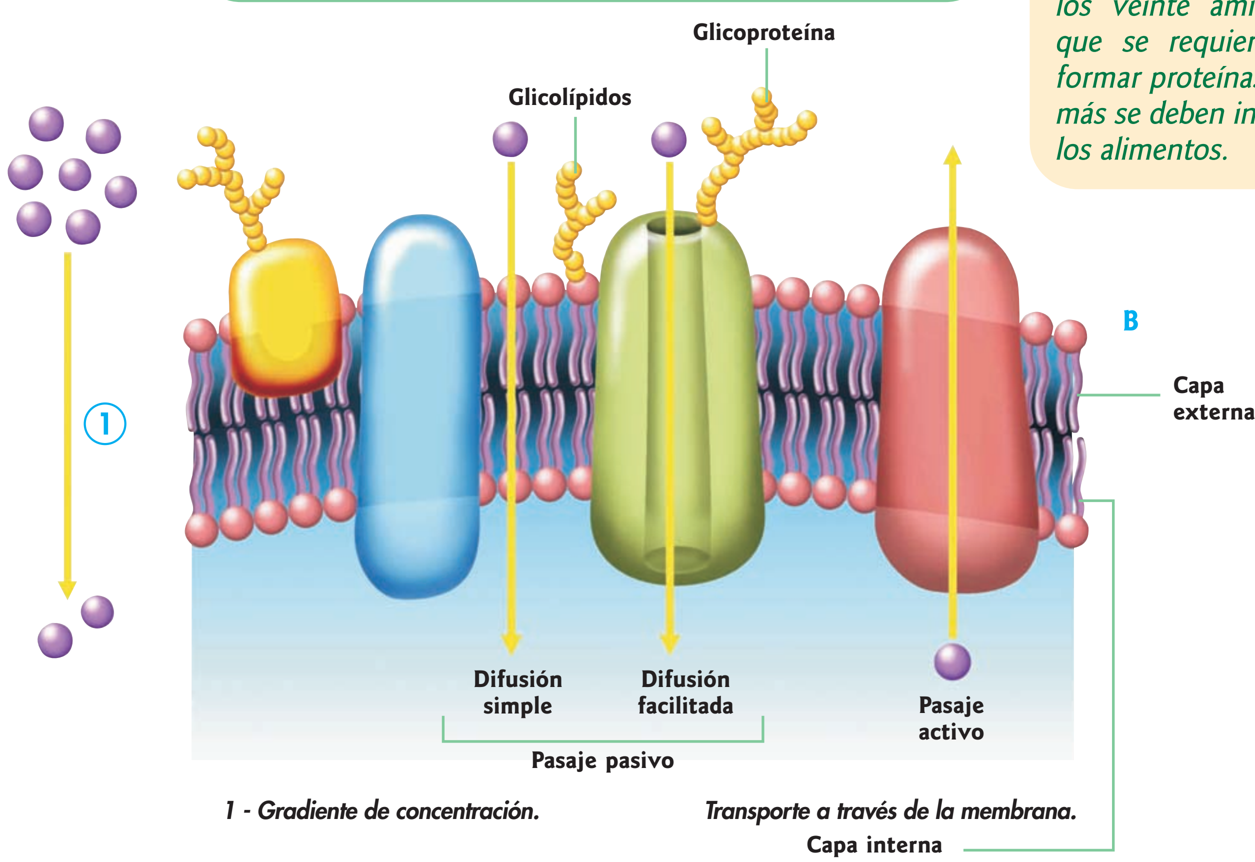
Cuando el cuerpo realiza un trabajo muscular intenso y rápido, como puede ser durante una carrera de 100 metros, el ácido pirúvico de las células de los músculos se transforma en ácido láctico, que es perjudicial para la célula. Por eso es expulsado hacia la corriente sanguínea. La expulsión no es instantánea, y por esa razón se siente fatiga muscular.



Membrana plasmática

PASAJE DE SUSTANCIAS A TRAVÉS DE LA MEMBRANA PLASMÁTICA DE LA CÉLULA

Los seres humanos sólo pueden formar diez de los veinte aminoácidos que se requieren para formar proteínas. Los demás se deben ingerir con los alimentos.



1 - Gradiente de concentración.

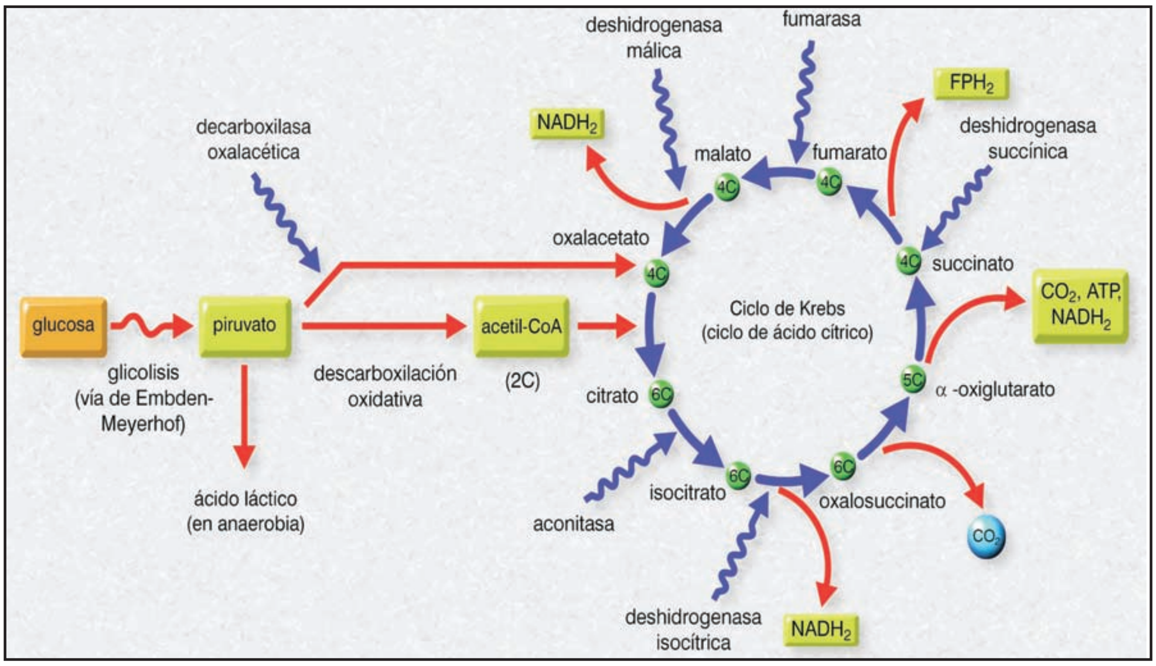
Transporte a través de la membrana.

*La **nutrición** consiste en la obtención de materia del medio y su integración en la célula o en el organismo para reemplazar las partes que se van perdiendo y desgastando por la actividad catabólica, y para mantener la actividad del organismo y permitir su reproducción.*

CO_2 = dióxido de carbono

$NADH_2$ = nicotínamida adenina dinucleótido reducido

Ciclo de la degradación de la glucosa.

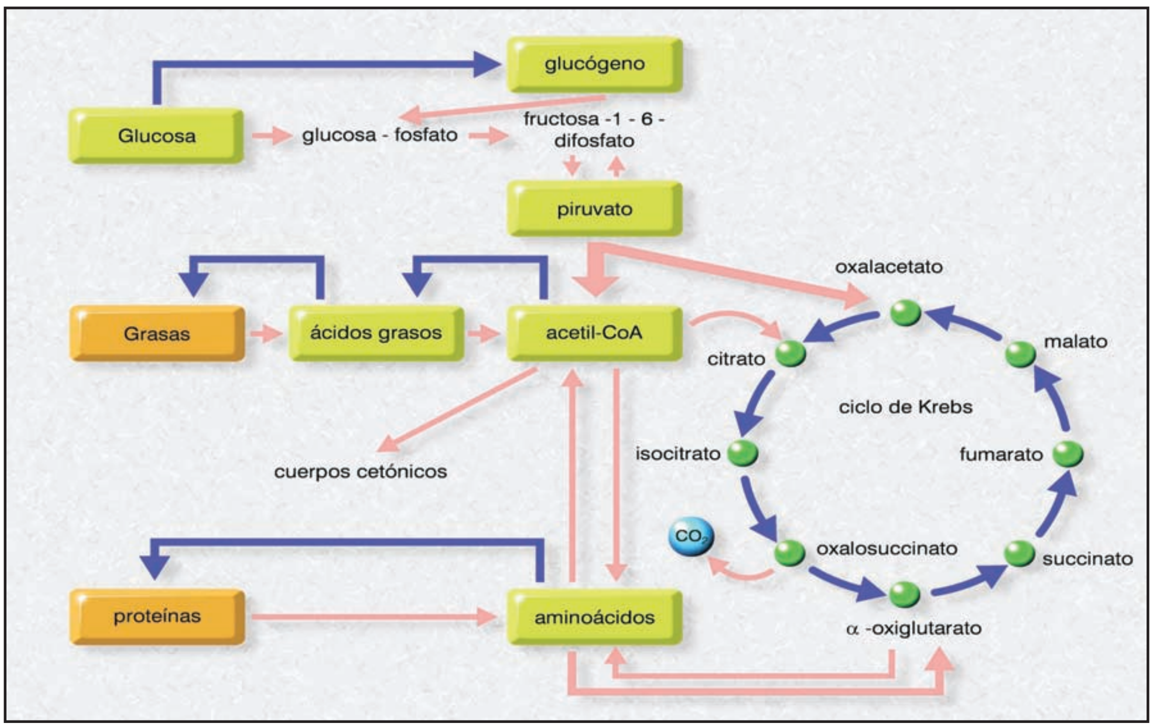


La verdadera respiración es la que se produce en el interior de la célula. A partir del ciclo de Krebs y de la fosforilación oxidante, las células obtienen el 60 % de la energía contenida en los alimentos.

síntesis

degradación

Correlaciones entre glucosa, grasas y proteínas.



Datos importantes

La **glucólisis** es la conversión de la glucosa en ácido pirúvico y la liberación de energía en forma de **ATP**. Tiene lugar en el citoplasma.
El **ciclo de Krebs** (o del ácido cítrico) es un ciclo de reacciones en las cuales el ácido pirúvico es oxidado en dióxido de carbono y agua, con producción de grandes cantidades de energía. Tiene lugar en las mitocondrias.
ATP (*adenosintrifosfato, trifosfato de adenosina*): es el **portador universal de energía de las células vivas**. Consiste en un nucleótido formado de adenina y ribosa con tres grupos de fosfato.
La **fosforilación oxidante** es la producción de **ATP** a partir de **ácido fosfórico** y **ADP** (*difosfato de adenosina*).
El **ácido oxalacético** es un paso hacia la formación de **ácido cítrico**, en una reacción donde intervienen un ion de ácido pirúvico y la coenzima A.

La reproducción celular

Es una función muy importante, ya que permite el desarrollo y el crecimiento del organismo. Por lo tanto, la reproducción celular es muy intensa durante la gestación y, después del parto, en las etapas de la niñez y la adolescencia.
Dentro del cuerpo humano hay diferentes tipos de células, de acuerdo con el trabajo que realizan. Algunas pueden dividirse, como las de la piel, que están reproduciéndose permanentemente para reponer sus pérdidas constantes. Otras no son capaces de reponer la parte de órgano que se destruye, como las del tejido nervioso. En otros casos, las células sólo se reproducen en caso de que el órgano lo necesite, como las células del hígado.
Las células se reproducen y dan origen a células hijas mediante un proceso de división. Existen tres tipos de división celular.

CLASES DE REPRODUCCIÓN

DIRECTA

Este tipo de división sólo tiene lugar en células muy sencillas, por ejemplo, las bacterias, que carecen de un núcleo diferenciado.
El **protoplasma** se estrangula y el material celular se reparte entre las células hijas.

INDIRECTA O MITOSIS

Es la forma más común de división celular y tiene lugar en células somáticas (del cuerpo), que presentan doble número de cromosomas (*diploides*).
Consiste en duplicar y distribuir los cromosomas en los núcleos de las dos células resultantes.
De esta manera, las células hijas mantienen el mismo número de cromosomas que la célula de origen.

REDUCCIONAL O MEIOSIS

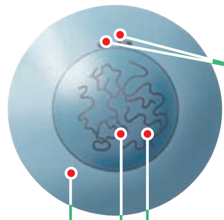
Da origen a los gametos (óvulos y espermatozoides).
Mientras que en la mitosis las células hijas son diploides, en la meiosis quedan con la mitad del número de cromosomas de la especie; es decir, son *haploides*.
En la **fecundación**, las células haploides se unen y recomponen en la célula huevo o cigota el número cromosómico de la especie.
En la especie humana, el número cromosómico está formado por 22 parejas de células autosomas y una pareja de cromosomas sexuales.

Los cromosomas

Se ubican en el número celular. Cada célula posee 46 cromosomas. Ellos contienen la información que la célula necesita para cumplir con las funciones vitales.

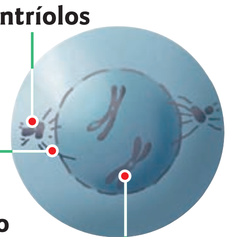
REPRODUCCIÓN CELULAR INDIRECTA O MITOSIS

1 - INTERFASE



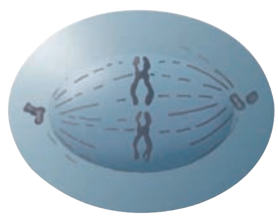
Los filamentos de cromatina –formados por ADN– se duplican en el interior del núcleo de la célula. Entretanto, en el citoplasma, los centríolos se dividen y se alejan entre sí.

2 - PREFASE



Los filamentos de cromatina se acortan y estrechan para dar origen a los cromosomas, que constituyen dos filamentos idénticos unidos por un centrómero. Paralelamente, los centríolos se ubican en los polos opuestos de una célula a través de un huso que se origina entre ellos.

3 - METAFASE



Los cromosomas se ubican en una línea. La célula ya está lista para dividirse en dos "células hijas". Cada una de ellas tendrá una copia de ADN.

4 - ANAFASE



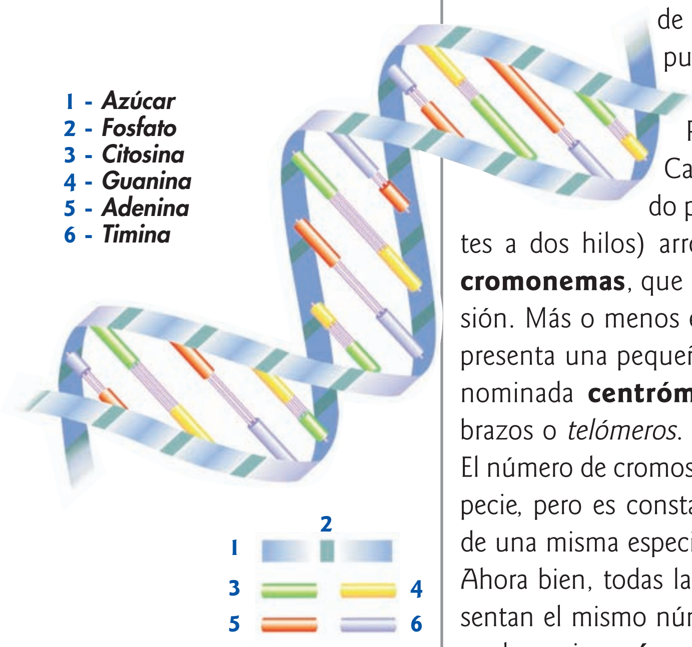
Los centrómeros se escinden y el número de cromosomas de la célula se duplica a medida que el citoplasma se estrangula.
Al mismo tiempo, las fibras del huso se acortan y empujan a centrómeros y cromosomas hacia polos opuestos.

5 - TELOFASE



Finalmente, la célula queda dividida en dos "células hijas". Cada una de ellas presenta un número idéntico de cromosomas, formados por delgados filamentos de cromatina. En cada célula, se observa la presencia de una membrana nuclear.

Los cromosomas



Los cromosomas, elementos constitutivos del núcleo de la célula, portan los caracteres hereditarios de la especie. En el momento de la reproducción, se desdoblan y contribuyen a formar el núcleo de la nueva célula. En las células sexuales, se encuentran los cromosomas de origen paterno y materno, que aseguran la transmisión de los caracteres hereditarios.

En 1888, el científico **Waldeyer** denominó a unos componentes nucleares con el nombre de **cromosomas**. Éstos sólo pueden observarse con nitidez durante la división celular. Pero... ¿cómo son?

Cada cromosoma está formado por dos filamentos (semejantes a dos hilos) arrollados en espiral, llamados **cromonemas**, que lo recorren en toda su extensión. Más o menos en la mitad de su extensión, presenta una pequeña esfera, de color claro, denominada **centrómero**, que lo divide en dos brazos o *telómeros*.

El número de cromosomas es variable según la especie, pero es constante en todos los individuos de una misma especie.

Ahora bien, todas las células de un ser vivo presentan el mismo número de cromosomas, al que se denomina **número diploide**, con excepción de las células sexuales (espermatozoide y óvulo), en que el número cromosómico se reduce a la mitad y recibe el nombre de **número haploide**, porque al unirse para formar la "célula huevo o cigoto" constituyen el número normal de cromosomas que caracteriza a la especie.

Los **cromosomas** siempre existen por pares, e invariablemente hay dos de cada clase. Los que forman un par idéntico se denominan **cromosomas homólogos** o **autosomas**. Aquellos en los que los elementos del par son diferentes se llaman **cromosomas heterólogos** o **gonosomas**; es el caso de los cromosomas sexuales.

Las células del cuerpo humano (también llamadas somáticas) poseen **46** cromosomas (23 pares), de los cuales 44 (22 pares) son autosomas y 2 (1 par) son gonosomas.

Los ácidos nucleicos

Los **cromosomas** contienen en su interior, entre otros elementos, un **ácido nucleico**. Existen dos tipos diferentes de éstos: el **ácido ribonucleico o ARN** (también se lo denomina RNA) y el **ácido desoxirribonucleico o ADN (DNA)**. Fueron descubiertos en 1870 por el bioquímico suizo **Friedrich Meischer**.

Los **ácidos nucleicos** son moléculas grandes (macromoléculas) y complejas, que poseen *hidrógeno*, *oxígeno*, *nitrógeno*, *carbono* y *fósforo*. Su forma se asemeja a la de unas cintas muy largas, en las que, por tramos regulares, se repite la misma estructura. Estas estructuras conforman las unidades de las cintas y se llaman **nucleótidos**. Cada nucleótido, a su vez, está contituido por una molécula de *ácido fosfórico* y un *azúcar simple*, a lo que se le suma una molécula orgánica cíclica muy compleja, con átomos de *nitrógeno*, llamada **base**.

	ADN	ARN
Sinónimos	Ácido desoxirribonucleico (DNA)	Ácido ribonucleico (RNA)
Unidad química base	Nucleótidos	Nucleótidos
Azúcar	Desoxirribosa	Ribosa
Forma	Filamentos	Gránulos esféricos
Distribución en la naturaleza	Presente en todos los seres vivos, excepto en algunos virus bacterianos.	Presente en todos los seres vivos, salvo algunos virus.
Ubicación celular	Núcleo: 99 % de los cromosomas.	Citoplasma: 90 % de los ribosomas.
Cantidad	Constante para cada especie.	Varía según la síntesis de proteínas.
Origen	De otra molécula de ADN.	Proviene del ADN.
Otras características	Base química de los genes.	Existen distintos tipos: (*)
Importancia	Responsables químicos de la herencia.	

(*) *ARN ribosómico:* **participa de la síntesis de proteínas.**
ARN mensajero: **conduce la información genética del núcleo al citoplasma.**
ARN de transferencia: **conduce los aminoácidos hacia el lugar donde se realiza la síntesis de proteínas.**

Tejidos, órganos y sistemas

De acuerdo con el trabajo que realizan, las células se unen y forman tejidos, grandes conjuntos estructurales que forman los órganos y cumplen diferentes funciones dentro del organismo.

En el cuerpo humano se distinguen básicamente cinco tipos de tejidos:

- epitelial,
- conectivo,
- muscular,
- nervioso,
- sanguíneo.

El tejido epitelial

El tejido epitelial cumple con la función de protección; por ello, sus células se ubican bien juntitas. De acuerdo con el lugar del cuerpo en que esté ubicado, recibe distintos nombres: **epidermis**, **endotelio** y **epitelio**.
El primero —**epidermis**— conforma la superficie exterior del cuerpo. Este tejido se halla expuesto a un desgaste permanente; por eso está conformado por numerosas capas o estratos (epitelio estratificado).
Las células de la superficie se deshidratan por falta de humedad, mueren y se desprenden. Para evitar que nos quedemos sin ellas, las células de la capa inferior se reproducen constantemente. Las células nuevas se trasladan hacia la superficie y reemplazan a las muertas.
El **endotelio** recubre el interior del corazón y los vasos sanguíneos.
El **epitelio** envuelve el interior de los órganos de los aparatos digestivo, respiratorio, urinario y reproductor. Generalmente, está conformado por una sola capa de células (epitelios simples). En algunos casos, como en el **intestino**, el epitelio cumple una doble función: además de proteger, absorbe sustancias. Otras veces, este tejido cumple una función secretora, como en el caso del epitelio de la tráquea o de las glándulas.

El tejido conectivo

El **tejido conectivo** tiene por función unir los restantes tejidos de nuestro cuerpo. Está formado por: *células*, *fibras* y *sustancia intercelular*.
De acuerdo con el espacio y las características que presenta la sustancia intercelular, puede establecerse una subdivisión del tejido conectivo. Vamos a verlo.

- **Tejido conectivo adiposo:** la mayor parte de las células que lo conforman acumulan grasa. La sustancia intercelular es muy poca; dentro de ella se encuentran las fibras.
Este tejido se halla principalmente en el abdomen y en las nalgas.
- **Tejido cartilaginoso:** la sustancia intercelular se parece a un plástico duro y resistente. Tiene por función recubrir la superficie de los huesos que intervienen en las articulaciones, el pabellón de la oreja y las aletas de la nariz.
- **Tejido conectivo laxo:** la sustancia intercelular es abundante. Células y fibras se presentan en número semejante. Este tejido se ubica debajo de los epitelios, circundando músculos, nervios y vasos sanguíneos.
- **Tejido fibroso denso:** presenta pocas células y numerosas fibras. Constituye la dermis –capa profunda de la piel– y los tendones, que fijan los músculos a los huesos.
- **Tejido hemopoyético:** su función es fabricar las células de la sangre (*glóbulos rojos*, *glóbulos blancos* y *plaquetas*). Lo encontramos en el interior de algunos huesos: costillas, vértebras, extremidades y los huesos del cráneo.
- **Tejido óseo:** las células tienen numerosas prolongaciones que se interconectan. La sustancia intercelular es de mayor solidez que la del tejido cartilaginoso. Su dureza se debe a la presencia de sales de calcio.

El tejido muscular

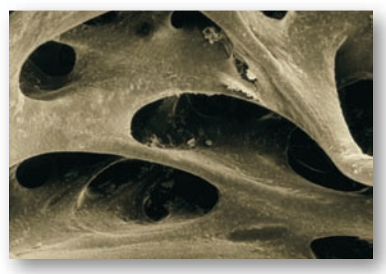
El **tejido muscular** está formado por células que tienen gran capacidad para contraerse (acortarse). El aspecto de éstas es alargado, razón por la cual se las denomina **fibras**. Puede subdividirse en tres categorías.

- **Tejido muscular liso:** las fibras tienen aspecto alargado y sus extremos son finos. El núcleo se dispone en la porción más amplia. Las *miofibrillas* —pequeñas fibras dispuestas longitudinalmente— se encuentran en el citoplasma.



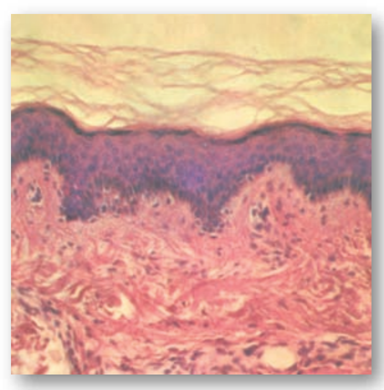
Cuando sufrimos quemaduras o rasguños, muchas de nuestras células de la epidermis mueren; en consecuencia, el proceso que hemos descripto se produce de la misma forma, con el fin de sustituir las células perdidas.

Tejido óseo.



Ver *intestino* en pág. 66

Tejido epitelial.



En esta microfotografía podemos observar las células que componen las paredes del esófago. Éstas presentan un aspecto rugoso, consecuencia de los múltiples repliegues que ocasiona la disposición de las glándulas mucosas. Las líneas de unión entre las células se observan de color blanco.



Ver *sangre* en pág. 99

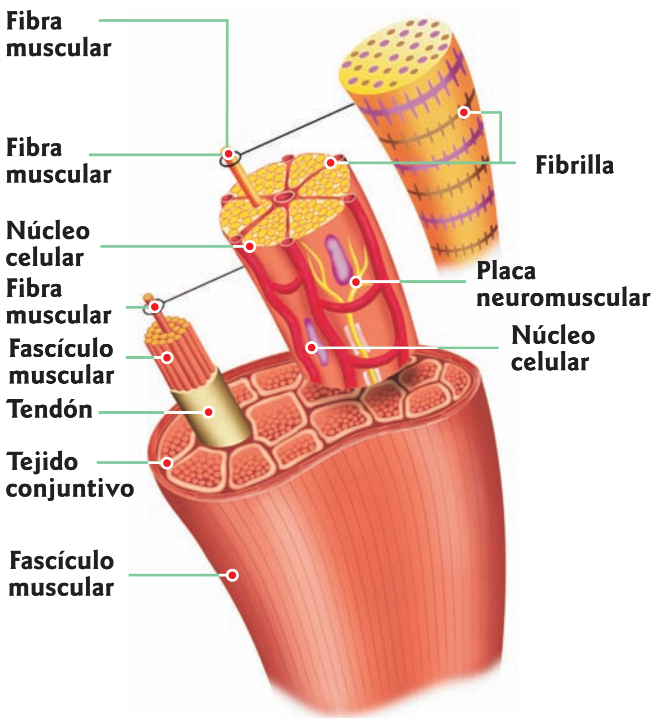
Ver *músculos* en pág. 52

En el lóbulo anterior de la hipófisis, tiene lugar la producción de unas sustancias especiales, llamadas hormonas.
En esta fotografía, tomada de un microscopio electrónico, podemos observar un núcleo celular (esfera de color naranja) del que se desprenden unos glóbulos (de color rosado) de una hormona. Éstos, posteriormente, se vierten en el organismo.



Este tipo de tejido se halla en las vísceras y en los vasos sanguíneos. La contracción de las células se produce involuntariamente.

- **Tejido muscular estriado:** conforma los **músculos** que se disponen en los huesos, llamados músculos esqueléticos.
Las fibras son anchas y bastante largas (aproximadamente 40 mm).
Cada célula cuenta con numerosos núcleos, y las miofibrillas son estriadas y se disponen en forma transversal. La contracción de sus fibras se produce voluntariamente.
- **Tejido muscular cardíaco:** está formado por células similares a las del tejido muscular estriado; sin embargo, su contracción es involuntaria. Presenta un solo núcleo central.



El tejido nervioso

El tejido nervioso está formado por células especializadas en la recepción de estímulos (frío, calor, presión, luz, etc.), llamadas **neuronas**. Éstas responden a los estímulos a través de una onda de excitación, llamada impulso nervioso, que se transmite a otras células.

El tejido sanguíneo

Es propio de los animales superiores (vertebrados). Se presenta en estado líquido y circula por todo el organismo. Posee tres tipos de células sanguíneas que sobrenadan en el **plasma**: **glóbulos rojos o hematíes**, **glóbulos blancos o leucocitos y plaquetas**. Ellos forman la **sangre**.

INTEGRACIÓN DE EN EL PROCESO

1 DIGESTIÓN

BOCA
- **Digestión mecánica: trituración (dientes)**
- **Digestión química (saliva)**

COMIENZA LA DIGESTIÓN DE H. de C.

ESTÓMAGO
- **Digestión mecánica**
  - **movimientos peristálticos**

COMIENZA LA DIGESTIÓN DE PROTEÍNAS

DUODENO
- **Digestión mecánica: movimientos peristálticos**
- **Digestión química**
  - **bilis: emulsiona las grasas**
  - **jugo pancreático**
    - **digiere grasas hidratos y proteínas**

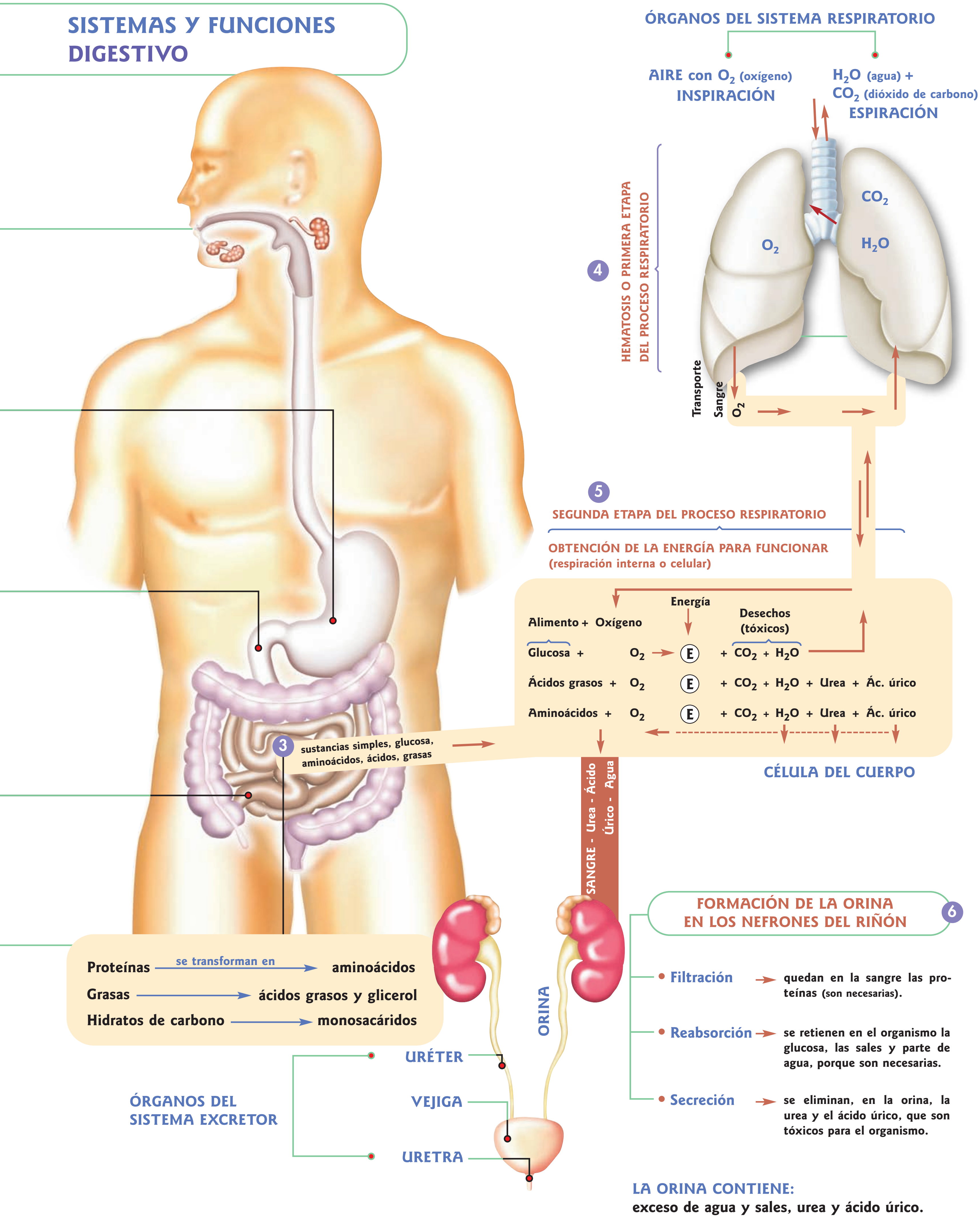
YEYUNO - ÍLEON
- **Digestión mecánica: movimientos peristálticos**
- **Digestión química: jugo intestinal**

2 **SE REALIZA LA DIGESTIÓN TOTAL DE LOS ALIMENTOS**

ÓRGANOS DEL SISTEMA DIGESTIVO

LA DIGESTIÓN ES REGULADA POR EL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO PARASIMPÁTICO QUE INERVA AL SISTEMA DIGESTIVO

SISTEMAS Y FUNCIONES DIGESTIVO



Ver sistema digestivo en pág. 60

Ver sistema circulatorio en pág. 86

Ver sistema respiratorio en pág. 74

Ver sistema excretor en pág. 104

Las sustancias asimiladas por la digestión de los alimentos se combinan con otras (síntesis), o bien son fraccionadas en sustancias más sencillas para ser utilizadas o eliminadas (degradación). Gracias a estos procesos, se produce una transformación constante de materia y energía, necesaria para la vida. En el esquema anterior, tratamos de ilustrar algunos de los procesos que pasamos a explicar a partir del simple hecho de comer.

PROCESO DIGESTIVO

1. DIGESTIÓN

Cuando ingerimos los alimentos, el **sistema digestivo** se encarga de modificarlos para que nuestro cuerpo los absorba en el intestino delgado.

2. DIGESTIÓN TOTAL DE TODOS LOS ALIMENTOS

La digestión es una función vital que permite degradar los alimentos (proteínas, grasas e hidratos de carbono) en sustancias más pequeñas.

3. ABSORCIÓN

Las sustancias simples atraviesan la pared intestinal e ingresan en el torrente sanguíneo. Aquí es cuando los órganos del **sistema circulatorio** (el corazón, las arterias, las venas y los capilares) entran en acción en el conjunto de relaciones. La sangre transporta dichas sustancias hasta las zonas del cuerpo donde son necesarias (por ejemplo, la glucosa obtenida por la digestión de un alimento es transportada hasta un músculo para conseguir energía). Pasan a los tejidos a través de las paredes capilares.

4. HEMATOSIS O PRIMERA ETAPA DEL PROCESO RESPIRATORIO

La sangre también lleva el oxígeno que se obtiene mediante la respiración mecánica que lleva a cabo el **sistema respiratorio**. Para esto, el oxígeno debe atravesar la pared pulmonar y la de los capilares.



5. OBTENCIÓN DE ENERGÍA–RESPIRACIÓN INTERNA O CELULAR

Una vez que el oxígeno y otras sustancias llegan a los tejidos, son utilizados para los procesos de síntesis y degradación celular. Por ejemplo, las proteínas que forman nuestros músculos se forman a partir de la unión de moléculas llamadas aminoácidos (síntesis) que obtuvimos por la digestión de los alimentos. El oxígeno, en cambio, es empleado para obtener energía a partir de la degradación de la glucosa (respiración celular), energía química que se transformará en mecánica y calórica (movimiento del músculo y el hueso).

6. FORMACIÓN DE LA ORINA EN LOS NEFRONES DEL RIÑÓN

Como resultado del metabolismo celular, se producen desechos, tales como el dióxido de carbono y la urea, que tendrán destinos muy diferentes. El dióxido de carbono pasará a la sangre y será transportado hasta los pulmones, donde se producirá su eliminación. En cambio, la urea, que también será transportada por la sangre, se eliminará al llegar al **sistema excretor** mediante la orina.



Otras conexiones

El **sistema nervioso** y el **sistema endocrino** son los responsables de coordinar las funciones de todos los órganos del cuerpo. Por ejemplo, el sistema nervioso asegura que los jugos digestivos sean liberados cuando el alimento llega a cada órgano. Así, primero se produce la *saliva* cuando el alimento está en la boca; luego el estómago producirá el *jugo gástrico* al llegar el bolo alimenticio, y finalmente, cuando el quimo pase del estómago al intestino delgado, se producirá la liberación de *bilis* y *jugo pancreático*.

La presencia de alimento en un determinado lugar del aparato digestivo es lo que funciona como estímulo para el sistema nervioso, y es captado por los nervios sensoriales presentes en cada órgano. Cuando este sistema selecciona una respuesta, la envía mediante los nervios motores hasta un efector (estructura responsable de ejecutar la respuesta). De esta forma, cuando el alimento está en la boca, la respuesta se transmite hasta los músculos de la cara y las glándulas salivales, y así se producen los movimientos para la masticación y la producción de saliva.

El sostén y el movimiento

Un sistema con muchas "piezas"



Nos incorporamos, caminamos, nos sentamos, gesticulamos, manejamos diversas herramientas y realizamos numerosas acciones durante el día. Toda la actividad motriz que despliega nuestro cuerpo es posible porque hay un sistema conformado por piezas duras, que se articulan, y piezas flexibles y elásticas, adheridas a aquéllas. Además, gracias a este sistema, nuestro cuerpo adquiere una forma determinada.

El sistema ósteo-artro-muscular

Este sistema está conformado por piezas duras y rígidas, y partes más blandas y flexibles. Es el más voluminoso del cuerpo humano y el responsable de los movimientos del cuerpo, el sostén y la protección de los órganos vitales.

Huesos

1. Frontal
3. Clavícula
5. Costillas
7. Húmero
9. Radio
10. Cúbito
11. Ilíaco
12. Fémur
15. Rótula
16. Peroné
17. Tibia

Músculos

2. Frontal
4. Trapecio
6. Deltoides
8. Bíceps
13. Cuádriceps
14. Recto femoral
18. Sartorio
19. Tibial anterior

El **sistema ósteo-artro-muscular** está integrado por los **huesos**, los **ligamentos**, los **cartílagos** y los **músculos**. Determina la talla y modela el cuerpo de la persona.

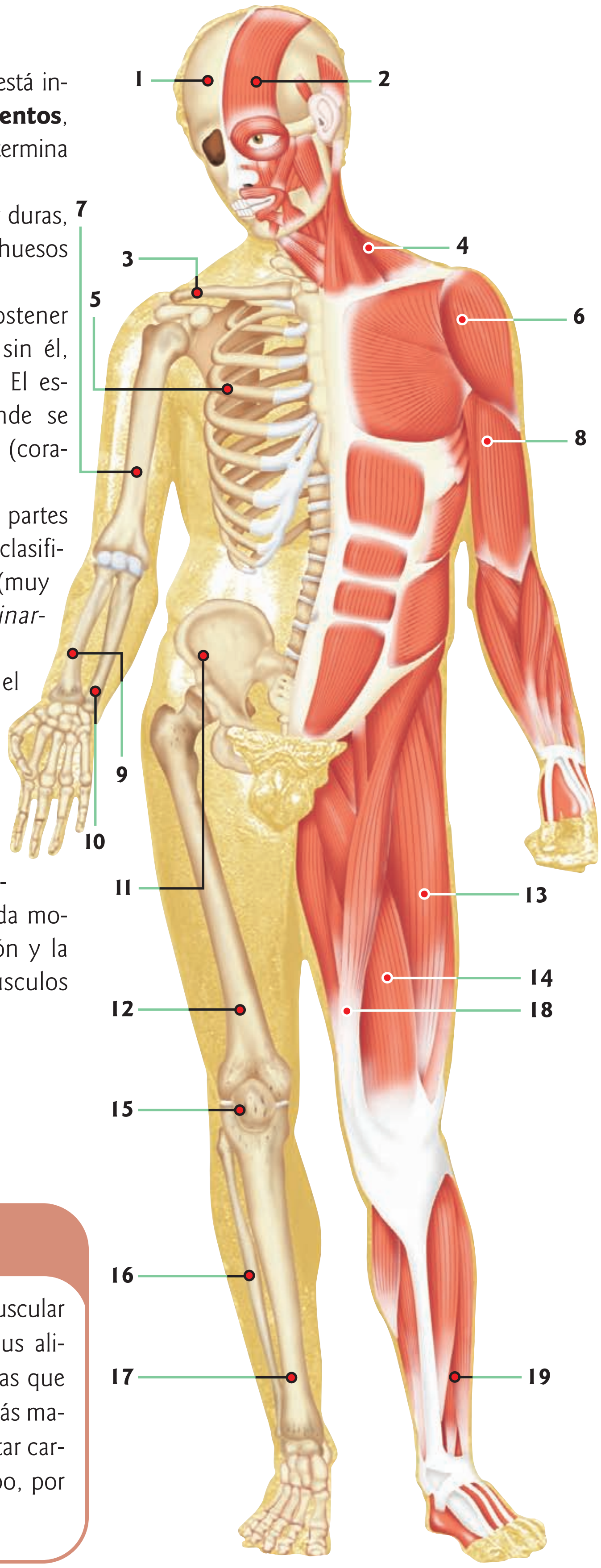
Los **huesos** son piezas óseas, resistentes y duras, que se relacionan entre sí. El conjunto de huesos se llama **esqueleto**.

Una de las funciones del esqueleto es sostener las partes blandas del cuerpo. Es decir, sin él, nuestro cuerpo no tendría consistencia. El esqueleto, también, forma cavidades donde se alojan importantes y delicados órganos (corazón, pulmones, encéfalo).

Las **articulaciones** son un conjunto de partes blandas que unen dos o más huesos. Se clasifican según su movilidad en: *diartrosis* (muy movibles), *anfiartrosis* (semimóviles), *sinartrosis* (inmóviles).

Los **músculos** cubren casi totalmente el esqueleto (salvo la parte del cráneo); sus extremos se insertan en los huesos. Están atravesados por venas y arterias, que llevan *glucosa* y *oxígeno* a sus células.

Son la parte activa del sistema: como se contraen y se relajan, actúan como verdaderas palancas y mueven los huesos. Cada movimiento es el resultado de la contracción y la relajación simultánea de los pares de músculos intervinientes.

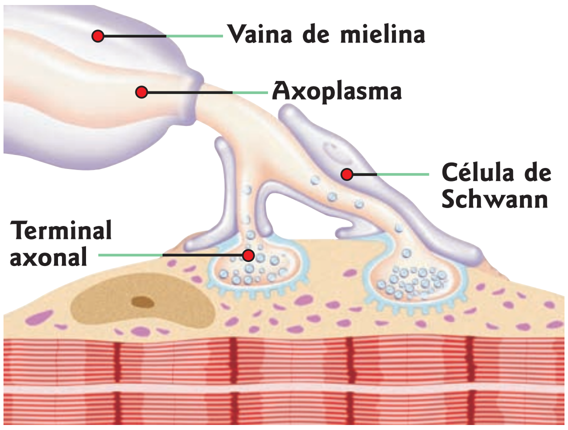


Adquisiciones humanas



Desde el comienzo de la humanidad, el sistema ósteo-artro-muscular permitió a las personas desplazarse para conseguir sus alimentos, y tomar y manejar numerosas herramientas que fue creando, hecho que las distinguió de los demás mamíferos. Además, este sistema permite soportar cargas que pueden exceder el peso del cuerpo, por lo que las personas son capaces de transportar y desplazar objetos.

LA PLACA MOTORA



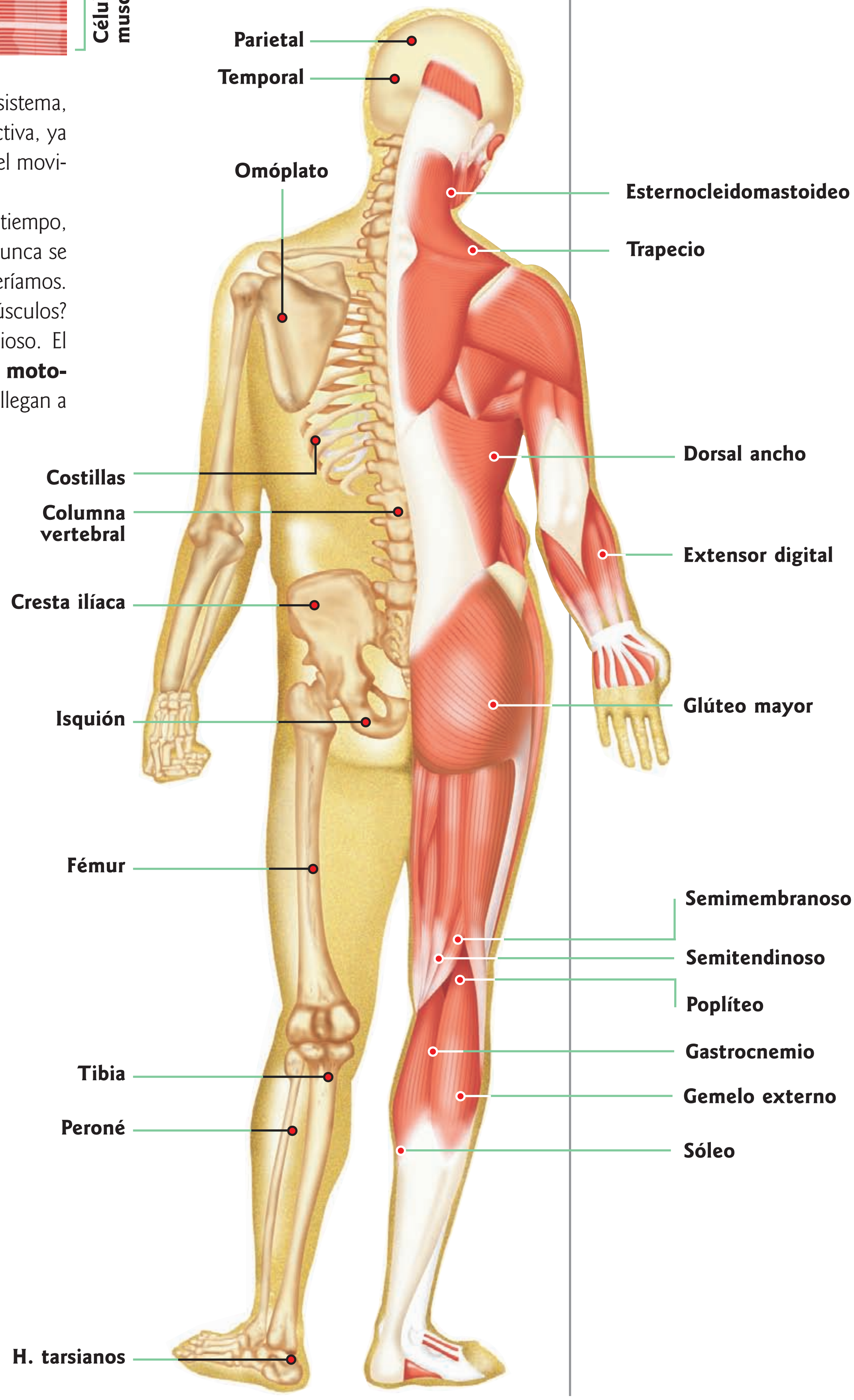
Los **huesos** constituyen la parte pasiva del sistema, mientras que los músculos son la parte activa, ya que se contraen y se relajan, produciendo el movimientos de los huesos.
Los músculos no trabajan todos al mismo tiempo, sino que lo hacen alternativamente. Pero nunca se relajan por completo. Si lo hicieran, nos caeríamos. ¿Por qué se contraen y se relajan los músculos? Porque están regidos por el sistema nervioso. El punto de contacto entre ambos es la **placa motora**, donde las órdenes del sistema nervioso llegan a los músculos.

El músculo gemelo está compuesto por los músculos gastrocnemio (éste actúa como flexor del pie), el poplíteo (que cumple la función de flexor y rotador interno de la pierna) y el sóleo (que realiza la acción de elevar el talón y extender el pie). Este último continúa en la parte tendinosa posterior de la pierna y forma el tendón de Aquiles.

El complejo sistema ósteo-artro-muscular nos permite realizar una considerable cantidad de movimientos articulados por medio de contracciones y extensiones musculares.



El cuerpo humano cuenta con más de 600 músculos, de todas formas y tamaños, que constituyen el 40 % del peso corporal. El peso de los huesos es aproximadamente un 18 % del total. Se asegura que el ejercicio físico fortalece los músculos. Esto significa, en realidad, que por medio de la actividad se van llenando de vasos sanguíneos y, por lo tanto, llega más sangre a ellos (y más oxígeno). Un músculo ejercitado puede realizar mayores esfuerzos.



El esqueleto y los huesos

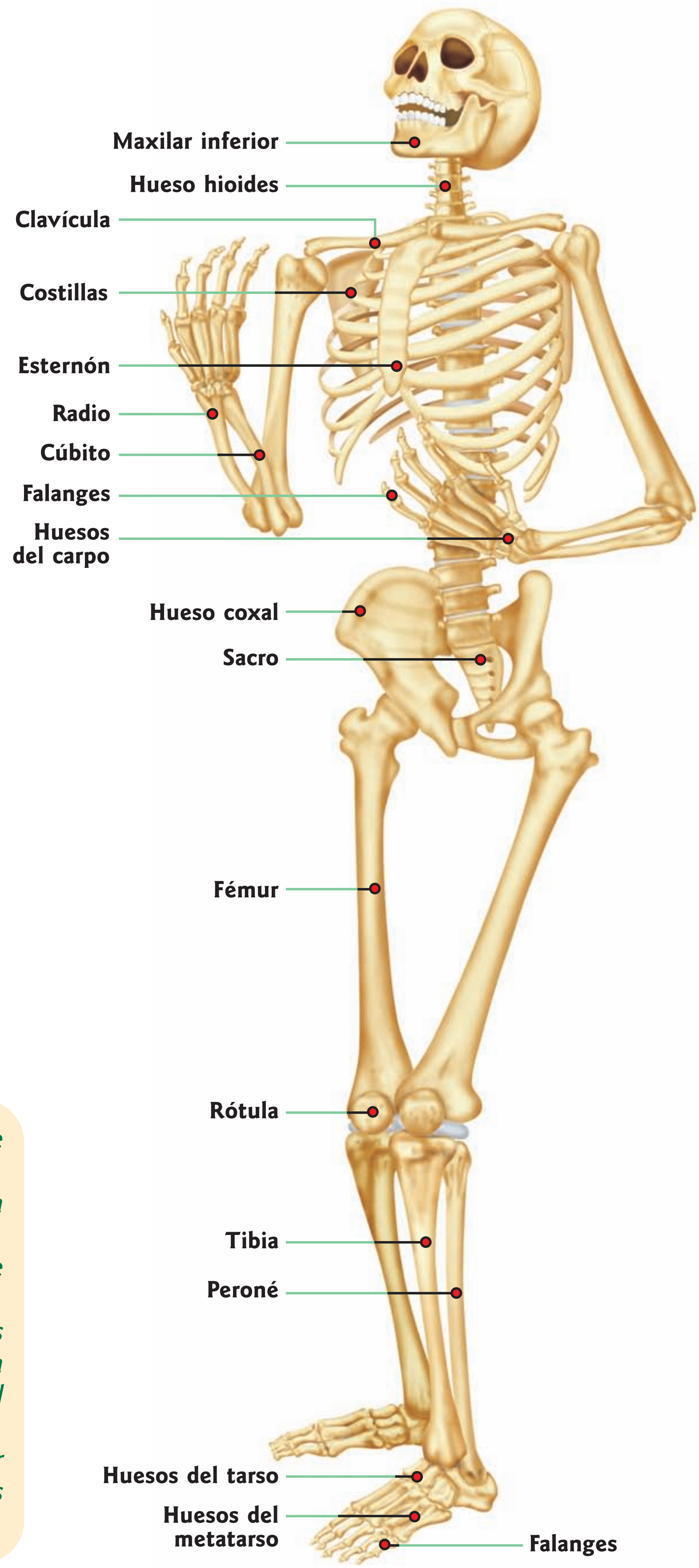
El esqueleto está formado, aproximadamente, por 206 huesos —de los cuales, 34 son impares— que se relacionan entre sí. Los huesos son órganos muy resistentes, pero no enteramente sólidos. Sus células se dividen constantemente, por lo cual crecen y pueden reparar las partes que se pierden.

Para poder estudiar el esqueleto, se lo divide en regiones

ESQUELETO DE LA CABEZA
- Cráneo
- Cara

ESQUELETO DEL TRONCO
- Columna vertebral
- Caja torácica
- Cintura escapular (hombro)
- Cintura pélvica (cadera)

EXTREMIDADES
- Superiores
- Inferiores

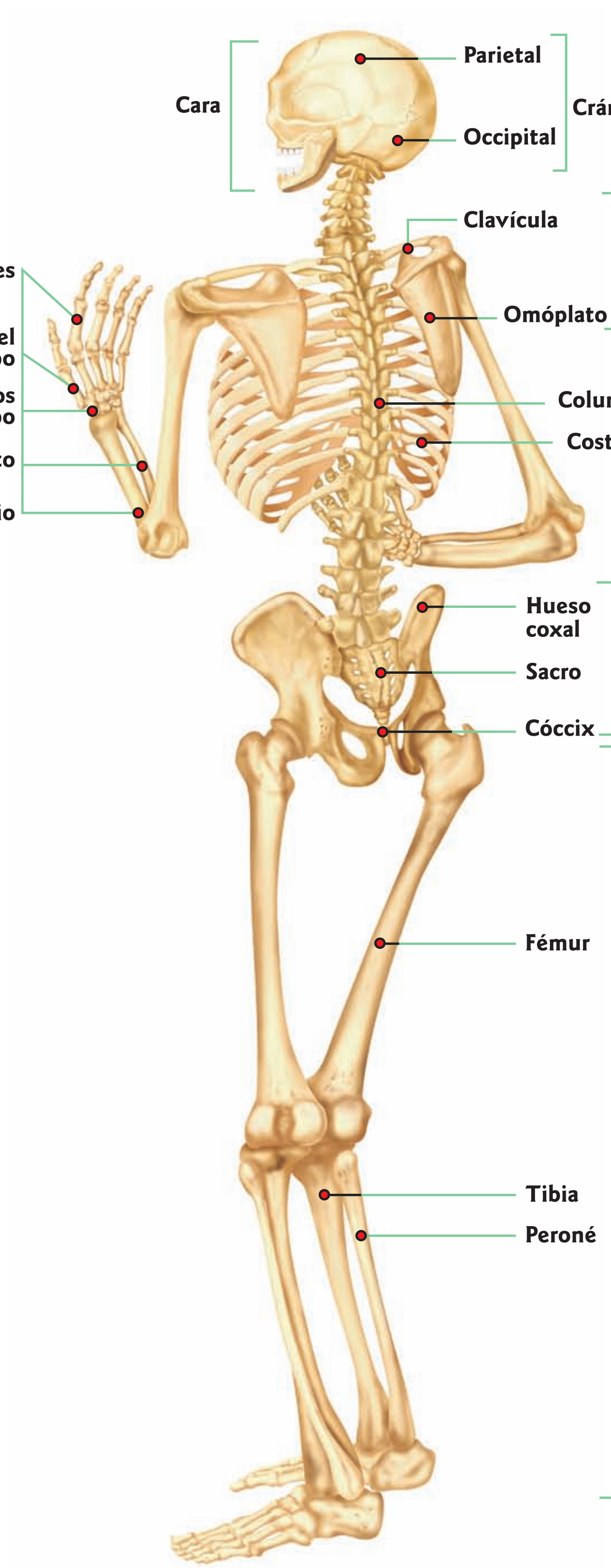




*El **cráneo** es la región de la cabeza que va desde la frente hasta la nuca.*
*El **tronco** es la región del cuerpo que va desde la cabeza hasta las piernas.*
*El **tórax** es la parte del cuerpo que se extiende desde el cuello hasta el vientre.*
*Las **extremidades superiores** están formadas por brazos, antebrazos y manos. El brazo es la zona comprendida entre el hombro y el codo, y el antebrazo, entre el codo y la muñeca.*
*Las **extremidades inferiores** están formadas por los muslos (parte superior de las piernas), las piernas y los pies.*

Huesos y funciones

Los **huesos planos de la cabeza** protegen el cerebro. Los **huesos de la cara** alojan algunos órganos importantes, como los ojos.
La **caja torácica**, formada por las costillas y el esternón, resguarda los pulmones y el corazón.
La **columna vertebral** permite mantener el cuerpo erguido. Las **vértebras** alojan y protegen la médula.
Los **huesos de la cadera** protegen los órganos de la parte inferior del tronco, como la vejiga y el sistema reproductor.
Las **extremidades** son prolongaciones articuladas al tronco, y su función es la de participar en los movimientos de locomoción y prensión.





Los bebés poseen un espacio entre los huesos parietales, revestido por una membrana llamada fontanela, que permite el crecimiento del encéfalo después del nacimiento.



Cuando realizamos algunas acciones, movilizamos todo el esqueleto.

Huesos de la cabeza

Ver maxilar inferior en pág. 47

El esqueleto de la cabeza comprende dos partes: el **cráneo** y la **cara**. El **cráneo** consta de una cobertura, la bóveda craneana, y de un fondo, la base del cráneo. Es una caja ósea que contiene el **encéfalo** (cerebro, cerebelo, etc.). Está constituido por 8 huesos constantes y por unas piezas óseas inconstantes llamadas **huesos wormianos**.
En la parte media, se ubican cuatro huesos impares: frontal, etmoides, esfenoides y occipital. A los costados de esta región, se encuentran los huesos pares: 2 temporales y 2 parietales.

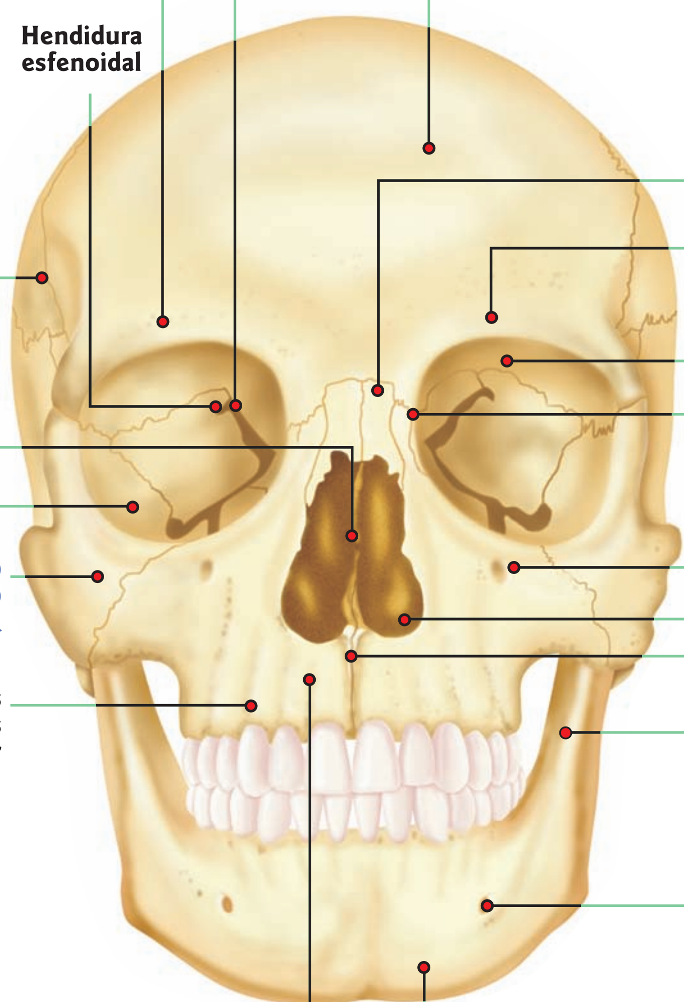
La **mandíbula superior** de la cara está constituida por 13 huesos: el maxilar superior, los malares, los palatinos, el vómer, los huesos propios de la nariz y el unguis o hueso lagrimal. La **mandíbula inferior** está representada por un solo hueso: el **maxilar inferior**.

En el cráneo y en la cara, se alojan los órganos de los sentidos.

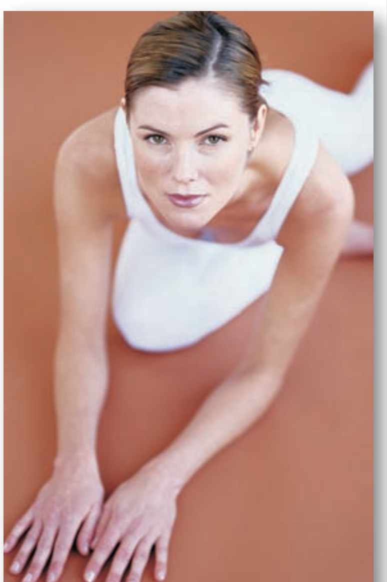
Ver encéfalo en pág. 117

Ver los sentidos en pág. 131

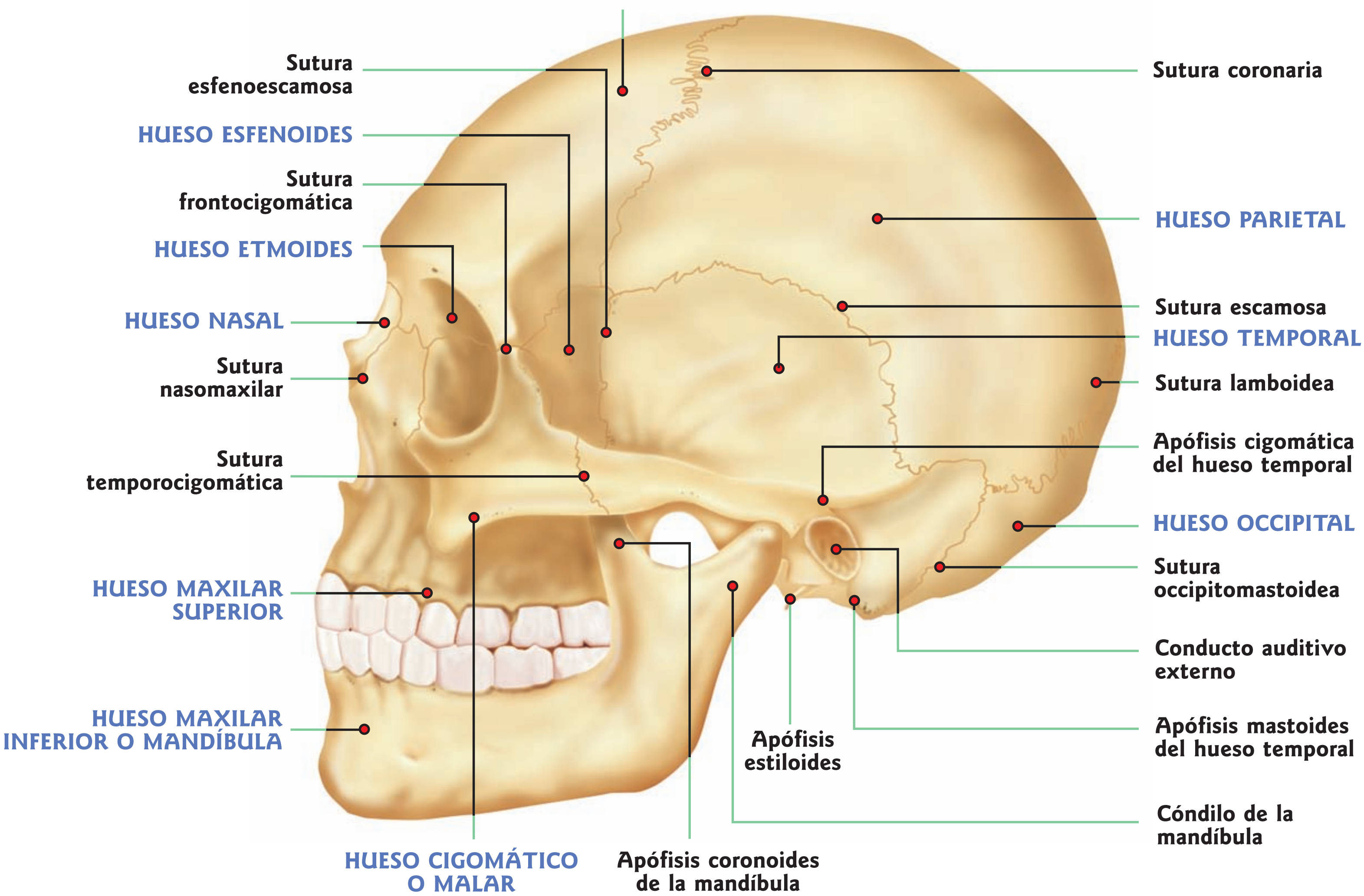
VISTA ANTERIOR



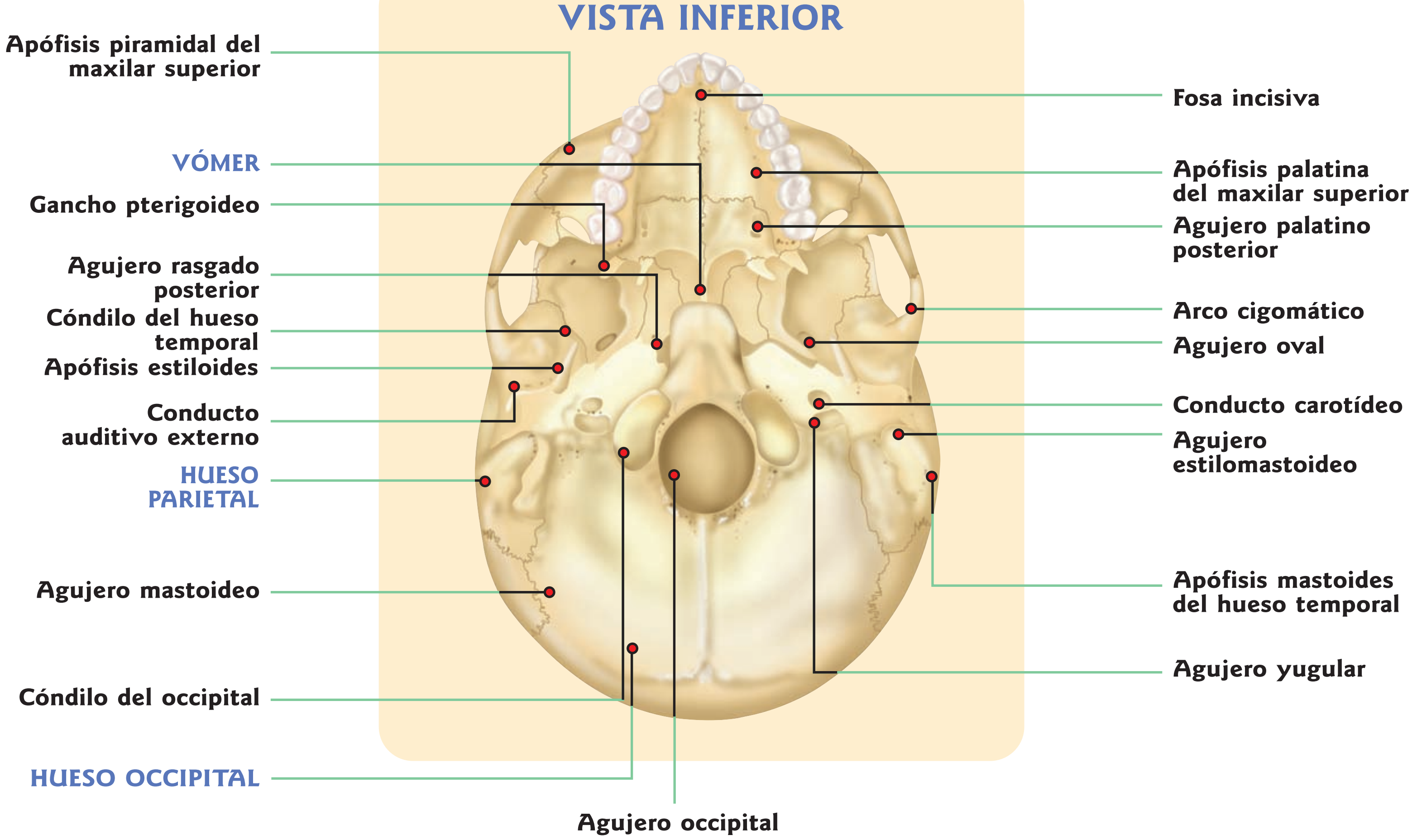
Todos los huesos del cráneo, salvo el maxilar inferior, están soldados entre sí. Esta estructura nos asegura la protección de los órganos que se alojan en la cabeza.



VISTA LATERAL



VISTA INFERIOR



Esqueleto del tronco

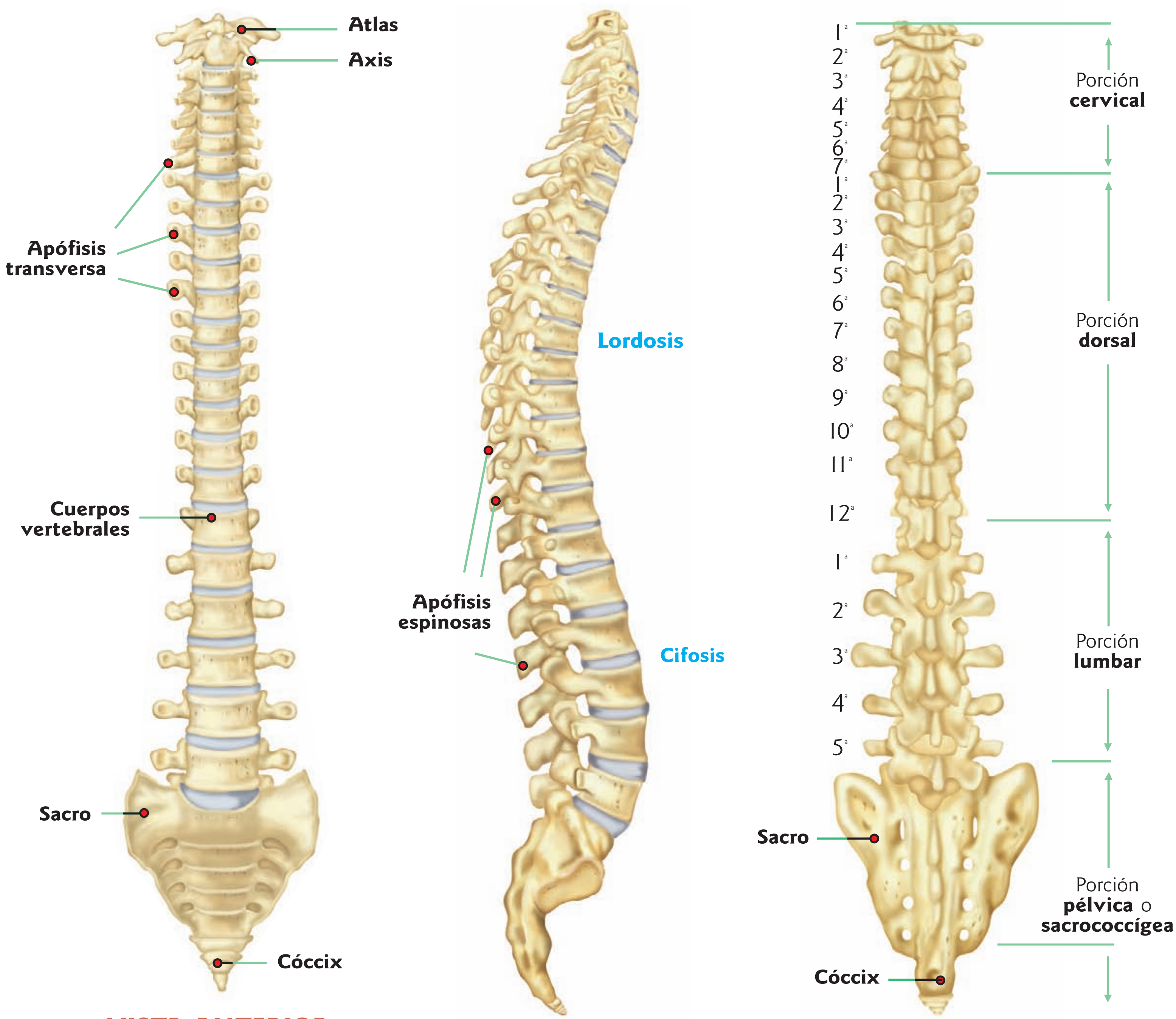
*La desviación de la columna del eje central del cuerpo se denomina **escoliosis**. Si es moderada, se corrige con ejercicios que fortalecen la musculatura de la espalda.*

En la parte media del tronco, se encuentra la **columna vertebral**, formada por **33 vértebras**, que se disponen una sobre otra. Son localizables al tacto en la zona de la espalda.

La columna vertebral se divide en cuatro regiones:

- La región cervical, ubicada entre la cabeza y el tórax.
- La región dorsal, entre el cuello y la base del tórax.
- La región lumbar, en la zona inferior de la espalda.
- La región pélvica o sacrococcígea, el extremo terminal de la columna.

COLUMNA VERTEBRAL O RAQUIS



VISTA ANTERIOR

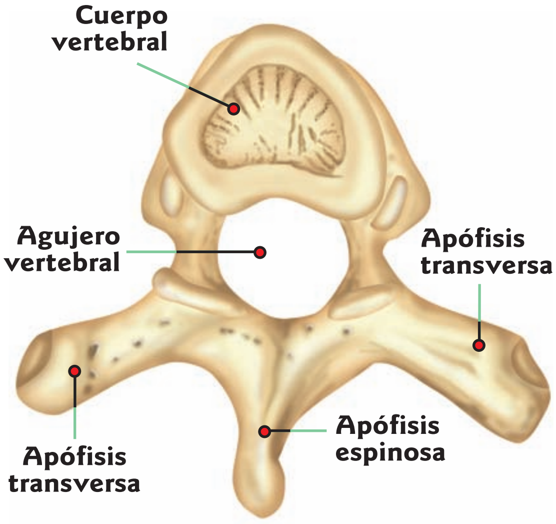
VISTA LATERAL

VISTA POSTERIOR

Ver *escoliosis* en pág. 58

Las **vértebras** son huesos cortos, con tejido esponjoso en su interior. Su estructura presenta las siguientes partes: **cuerpo**, **apófisis espinosa**, **apófisis transversas**, **agujero vertebral** o **central**.
Por éste pasa la **médula espinal**, por eso se lo llama también *conducto espinal o raquídeo*.
Entre dos vértebras se delimitan los *agujeros de conjunción*, por los que salen los nervios raquídeos.

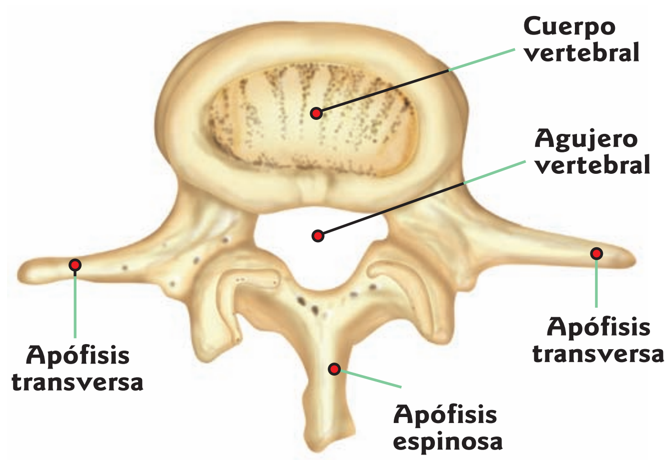
VÉRTEBRA DORSAL: vista superior



Son más gruesas que las cervicales pero su agujero vertebral es más pequeño y redondo; y tienen menor movilidad.
Son el sostén de las costillas, con las cuales se articulan, y por esa razón presentan *carillas articulares*.

VÉRTEBRA LUMBAR: vista superior

Poseen un cuerpo más voluminoso que el de las demás vértebras, y sus articulaciones son bastante movibles. Poseen apófisis espinosas muy desarrolladas y apófisis transversas parecidas a costillas.



Hueso sacro

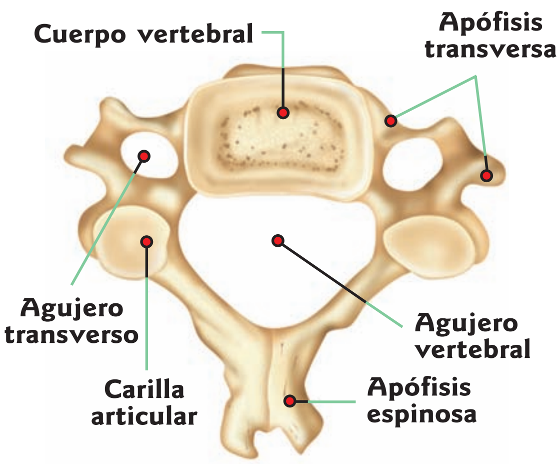
Está formado por la soldadura de las cinco vértebras coccígeas, que se fusionan en la edad adulta. Presenta una forma aplanada de adelante hacia atrás y es más voluminoso por arriba que por abajo. En su parte central, se delimita el conducto sacro, por donde se extiende la médula espinal. De sus conductos transversales, salen los nervios sacros.

Ver *médula espinal* en pág. 123

Hueso cóccix

Es un pequeño hueso de forma triangular, que está formado por 4 ó 5 vértebras rudimentarias. Se articula con el sacro y forma la extremidad inferior de la columna vertebral.

VÉRTEBRA CERVICAL: vista superior

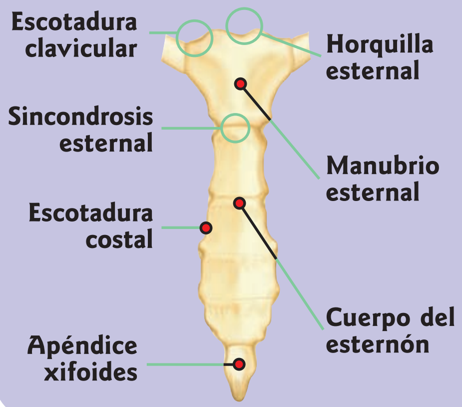


El cuerpo de estas vértebras es más ancho pero menos grueso que el de las otras. Presentan un agujero grande y triangular, y tienen más movilidad. La primera se denomina *atlas* y no posee un cuerpo vertebral como las demás.
La vértebra que le sigue es el *axis*, que posee una apófisis denominada *odontoides*, por medio de la cual se articula con el *atlas* y que permite la rotación lateral del cuello.

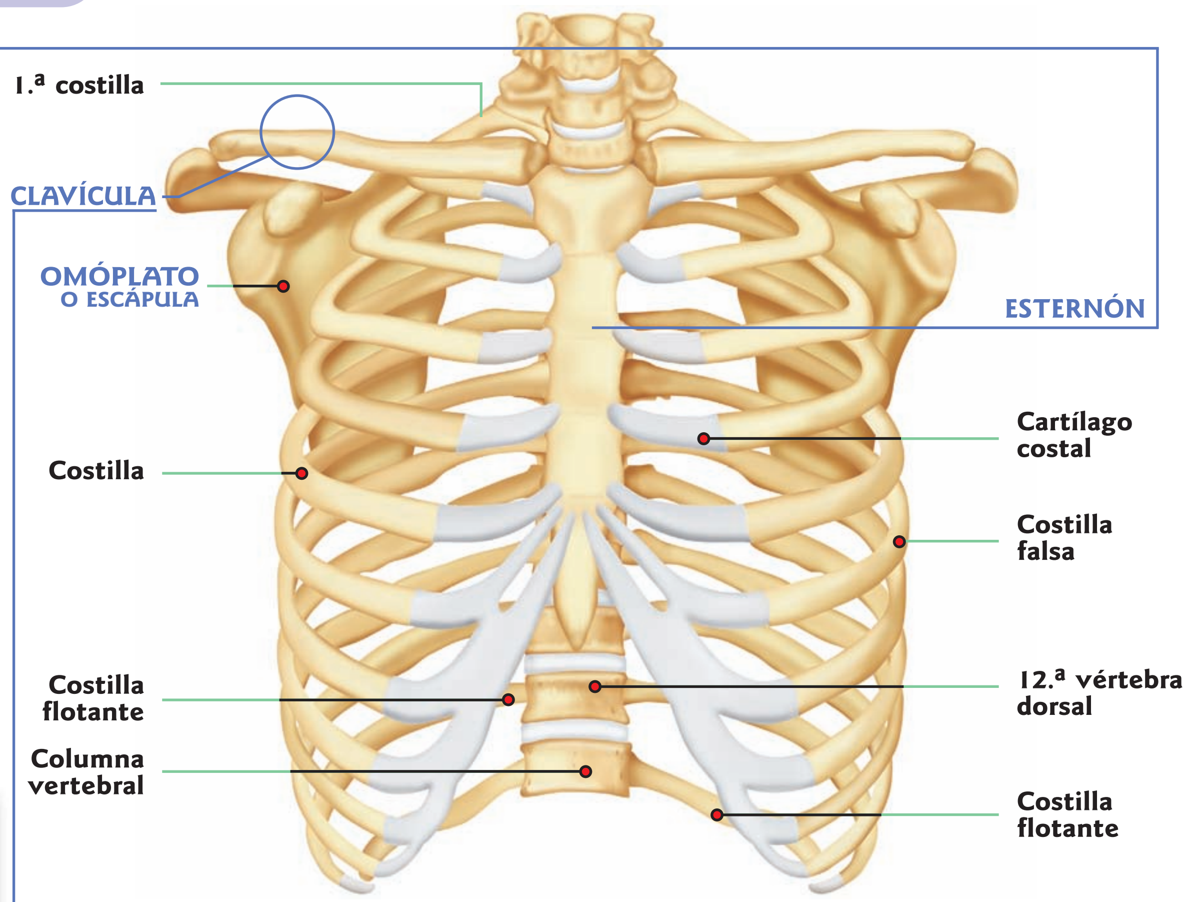
Huesos de la caja torácica

Sobre cada vértebra dorsal se articula una costilla, por lo cual hay 12 pares de costillas, que se unen por delante al esternón. Las vértebras dorsales, las costillas y el esternón constituyen una gran cavidad, el tórax, que protege el corazón, los pulmones, el esófago y la tráquea.
Esta cavidad se extiende desde el cuello hasta el vientre.
El **esternón** se ubica en la región anterior del tórax, entre las primeras 7 costillas, llamadas **costillas verdaderas**.
Es un hueso plano e impar, de 15 a 20 cm de longitud y 5 a 6 cm de ancho. En sus costados se ubican las superficies que se articulan con las costillas (escotaduras).
Las **costillas** son huesos planos y largos, que se doblan hacia adelante. Las 7 primeras (costillas verdaderas) se extienden desde la columna vertebral hasta el esternón, con el que están unidas por medio del cartílago costal o costilla cartilaginosa.
Las 4 siguientes se denominan costillas *falsas*; no se articulan directamente con el esternón, sino que se unen con la inmediatamente superior (última costilla verdadera) por medio de un cartílago común.
Las 2 últimas son más cortas que las demás y no llegan al esternón: se llaman costillas *flotantes*.

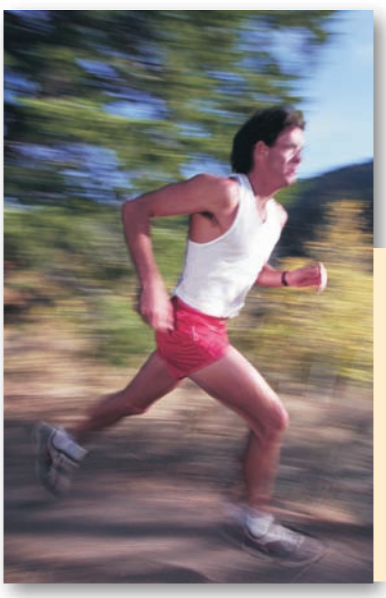
ESTERNÓN: visión anterior



TÓRAX: vista anterior

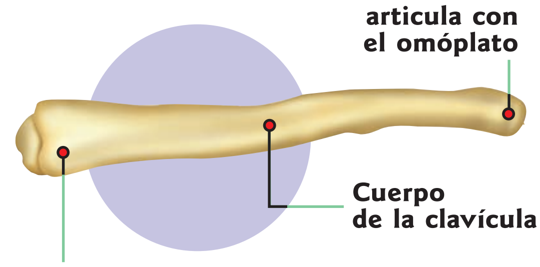


Ver *respiración mecánica* en pág. 79



La movilidad de las costillas es fundamental para la respiración mecánica. Durante la inspiración, la caja torácica se ensancha al ampliarse los espacios intercostales. Cuando vuelven a su lugar, los espacios intercostales se achican y el aire sale de los pulmones, de la misma manera que en un fuelle.

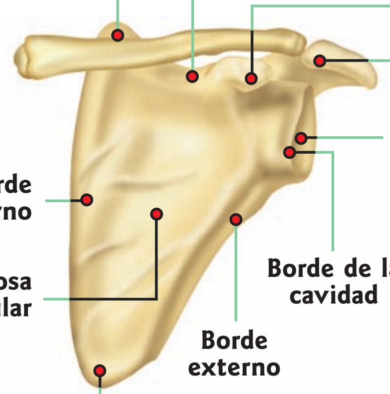
CLAVÍCULA: vista anterior



Huesos de la cintura escapular y los miembros superiores

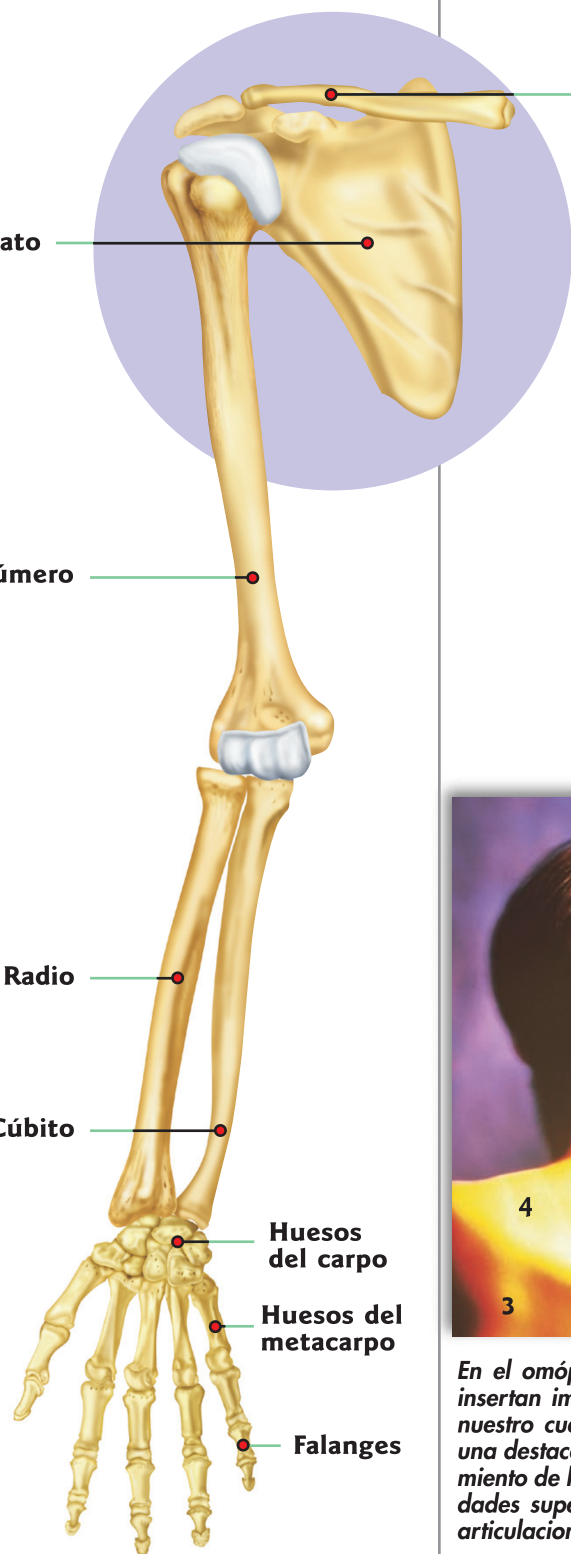
La **cintura escapular** u ***hombro*** está constituida por dos huesos: la **clavícula** y el **omóplato** o ***escápula***.
La **clavícula** es un hueso largo, con forma de *s itálica*. Se encuentra entre el omóplato y el esternón, con los cuales se articula. Ubicadas a ambos lados de la columna vertebral, forman la parte superior de los hombros.
El **omóplato** es un hueso par con forma de triángulo, ubicado en la parte posterior y superior del tórax. Se articula con el húmero por medio de una superficie cóncava: la *cavidad glenoidea*. En su cara posterior presenta una superficie sobresaliente y aplanada, la *espina del omóplato*, que termina en una apófisis voluminosa, el *acromion*, donde se articula con la clavícula por medio de carillas articulares, una cápsula articular y diversos ligamentos.

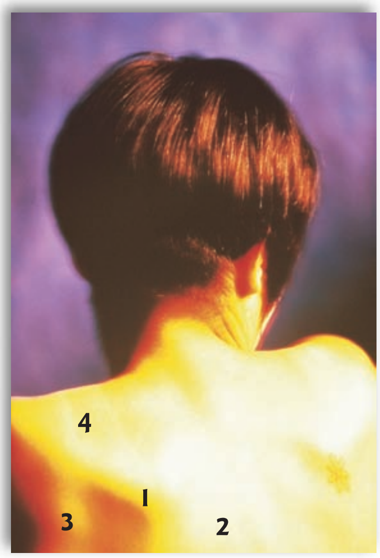
OMÓPLATO O ESCÁPULA: vista costal



La diáfisis de la clavícula se palpa a través de la piel.
El ángulo inferior del omóplato suele localizarse a nivel del séptimo espacio intercostal.

HUESOS DEL MIEMBRO SUPERIOR: vista dorsal

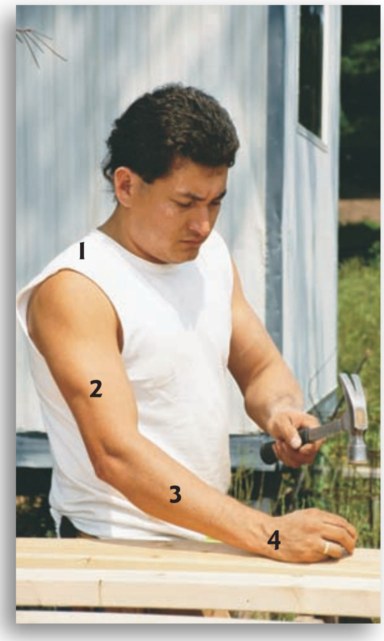




En el omóplato y la clavícula, se insertan importantes músculos de nuestro cuerpo. Algunos cumplen una destacada función en el movimiento de la cabeza y las extremidades superiores. Otros protegen articulaciones.

1 **Espina del omóplato**
2 **Borde vertebral del omóplato**
3 **Músculo infraespinoso**
4 **Músculo trapecio**

1. Hombro
2. Brazo
3. Antebrazo
4. Mano

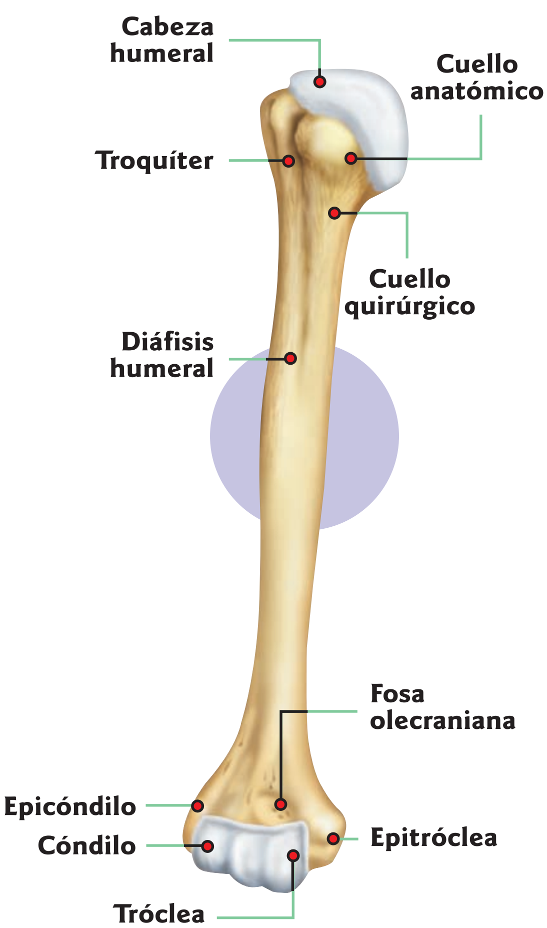


El cúbito es fácilmente palpable. El olécranon sobresale en el codo.

El esqueleto de las extremidades superiores presenta tres regiones: los **brazos**, los **antebrazos** y las **manos**.

Los brazos están formados por un solo hueso, el **húmero**, que se extiende desde el hombro al codo. Es un hueso largo, par, con una cabeza redondeada, que se articula con la cavidad glenoidea de la escápula. El extremo inferior presenta una superficie articular, el *cóndilo*, por donde se articula con el radio; y tres prominencias, la *tróclea*, que se articula con el cúbito, el *epicóndilo* y la *epitróclea*; en ellas se fijan los ligamentos y cartílagos que conforman la articulación del codo.

HÚMERO: cara dorsal



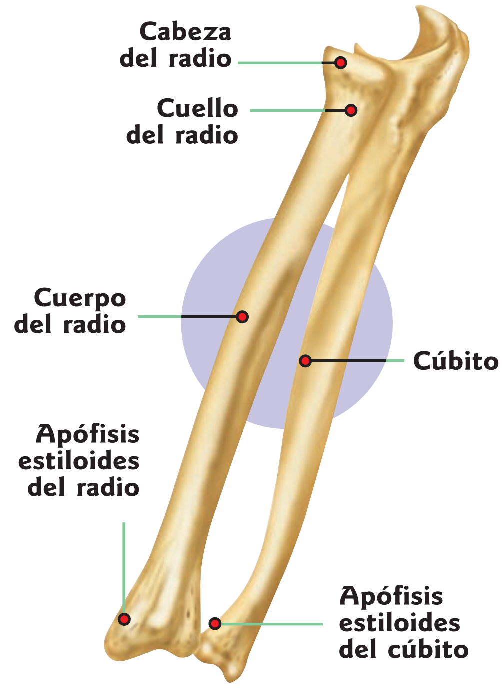
Los antebrazos presentan dos huesos, el **cúbito** (interno) y el **radio** (externo).

El **cúbito** es un hueso par, largo y más grueso en su extremo superior, que forma el borde posterior del antebrazo y se extiende desde la parte de atrás del codo hasta la muñeca, paralelamente al radio. Su extremo superior presenta una eminencia parecida a un garfio, el *olécranon*—que forma la punta del codo— y una superficie curva interior —la *cavidad sigmoidea*— por la que se articula con el húmero. Su extremo inferior se articula con los huesos del carpo.



Cuando una persona cierra el puño, flexiona todas sus articulaciones, y las cabezas de los metacarpianos forman los nudillos.

CÚBITO Y RADIO: cara anterior



El **radio**, hueso par y largo, forma el borde anterior del antebrazo. Su extremo inferior es más grueso que el superior, y se articula con el cúbito y con los huesos del carpo. Su extremo superior se articula con el cúbito y el húmero.

El cúbito y el radio se articulan entre sí, tanto en el extremo superior como en el inferior. Cuando giramos la palma de la mano hacia arriba y hacia abajo, ambos huesos se cruzan.

En las manos, pueden distinguirse tres zonas: **carpo** (muñeca), **metacarpo** (palma de la mano) y **falanges** (dedos).

HUESOS DE LA MANO: vista dorsal



1. Trapecio 2. Trapezoides 3. Grande
4. Ganchoso 5. Escafoides 6. Semilunar
7. Piramidal 8. Pisiforme

Cintura pélvica y huesos de los miembros inferiores

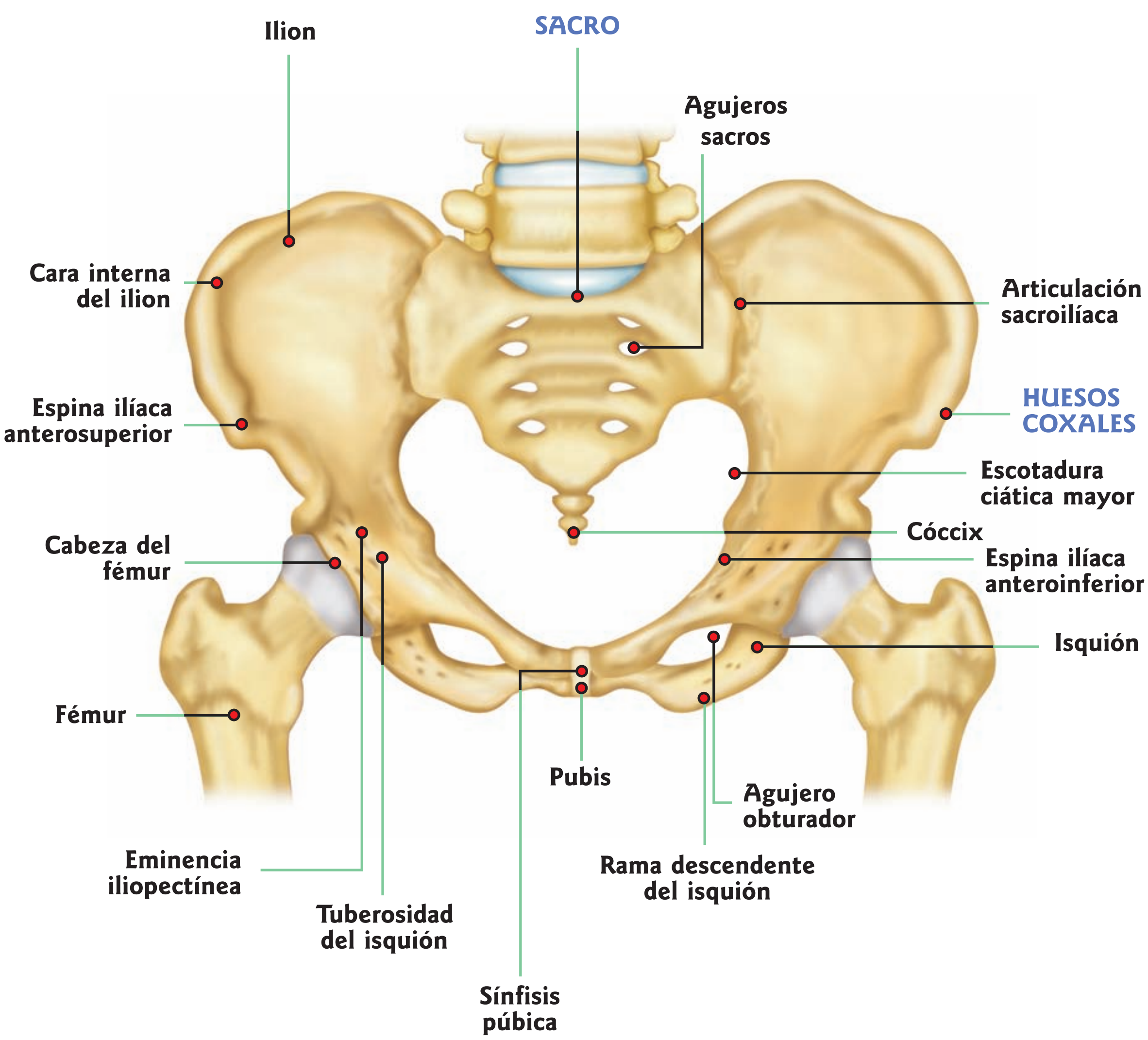
La **cintura pélvica** o ***cadera*** es una cavidad en forma de cuenca que está conformada por los huesos **coxales**, ubicados simétricamente con respecto a la columna vertebral. Cada uno está formado por tres huesos planos soldados entre sí: *pubis, isquión* e *ilion* (desde abajo hacia arriba).

En su parte superior y hacia atrás, se unen al **sacro**. Se unen entre sí por medio de la *sínfisis púbica*, ubicada en la parte inferior y hacia delante.

Por medio de la *cavidad cotiloidea* o *acetábulo*, se articula con el húmero.

Junto con el *sacro* y el *cóccix,* forman un anillo óseo que conforma la pelvis, sobre la que descansa la columna vertebral.

PELVIS: vista anterior





Radiografía que muestra la pelvis.

Hasta la pubertad, las tres piezas que conforman el coxal están unidas por cartílagos, pero luego se osifican y forman un único hueso.

La pelvis de la mujer es más ancha que la del hombre y su disposición es diferente, ya que, en el momento del parto, el bebé debe pasar a través de ella. Para eso, el diámetro de su cabeza se acomoda por medio de giros.

Es común la fractura de cadera en personas mayores o de edad avanzada. A diferencia de lo que pasaba décadas atrás, actualmente es posible recuperar la locomoción mediante la implantación de prótesis.



Ver *fémur* en pág. 46

Radiografía del pie.



Al igual que en las extremidades superiores, se distinguen tres regiones: los **muslos**, las **piernas** y los **pies**.

El hueso del **muslo** es el **fémur**, el más largo y fuerte del cuerpo humano. Su extremo superior presenta una cabeza redonda que se articula con la cavidad cotiloidea de la cintura pélvica. Los *trocánteres* son eminencias que sirven de base de sustento para los músculos.

En el extremo inferior se encuentran *dos cóndilos,* que permiten la articulación en bisagra de la rodilla. En ella se encuentra la **rótula**, un hueso corto y aplanado de adelante hacia atrás, que se desarrolla en el tendón del músculo cuádriceps.

La **pierna** está formada por dos huesos: la **tibia** y el **peroné**.

La **tibia** es un hueso largo y par, ubicado en la parte anterior e interna de la pierna. Las superficies articulares de su extremo superior se articulan con los *cóndilos* del fémur, formando la rodilla. Su extremo inferior se articula con el peroné y con uno de los huesos del tarso (talón). Presenta una apófisis descendente, el *maléolo* interno, que forma una prominencia en la parte interior del tobillo.

El **peroné** es un hueso largo y par, más delgado que la tibia. Se ubica en la parte externa de la pierna y se articula con la tibia por su extremo superior. Termina en el *maléolo*, que forma la protuberancia externa del tobillo.

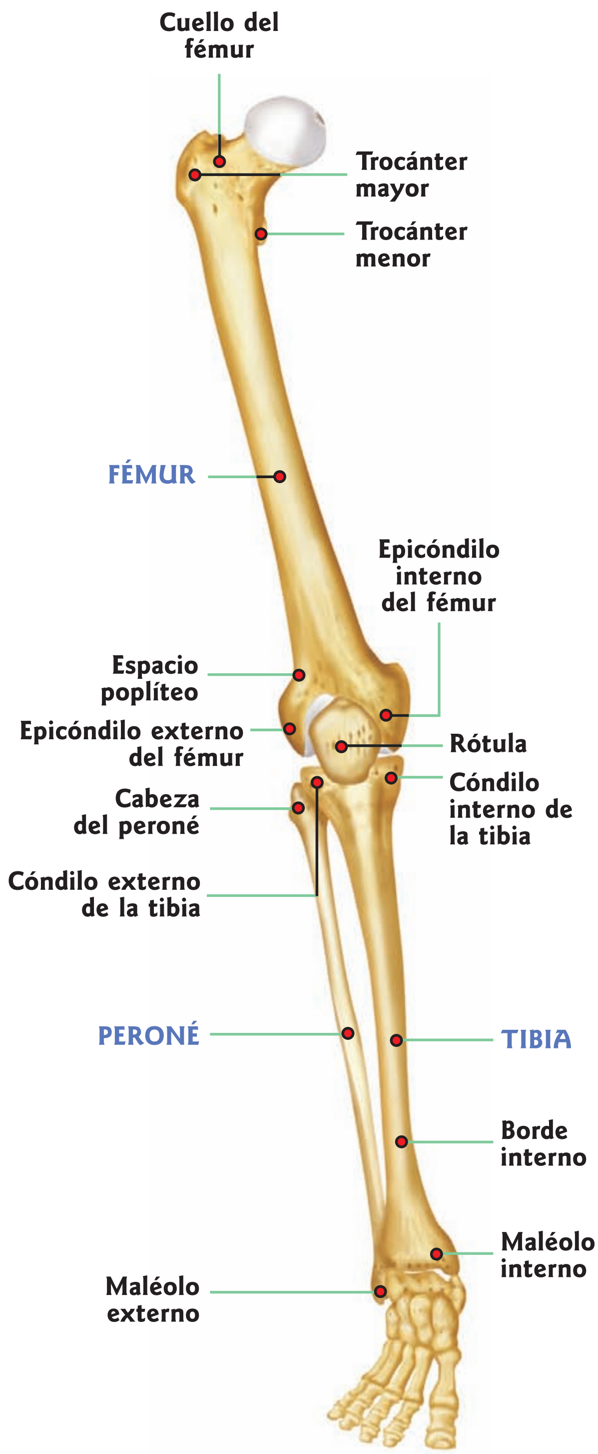
El **pie** está formado por los **huesos del tarso**, **del metatarso** y **las falanges**. Los **huesos** del **tarso** se disponen en dos filas: una anterior y otra posterior, que forma el talón. El **metatarso** está formado por huesos largos. Los huesos de los dedos se llaman **falanges**.

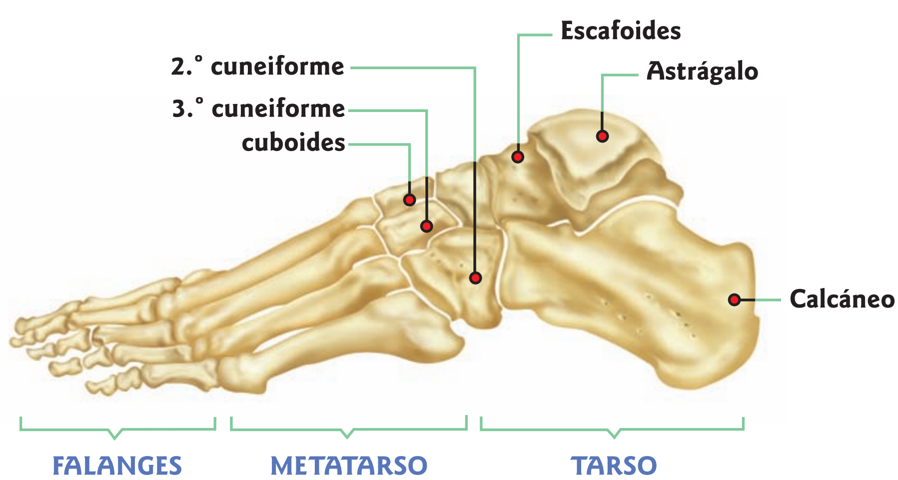
1. Muslo
2. Pierna
3. Pie



Todos los huesos del tarso son cortos, mientras que los del metatarso y las falanges son largos.

HUESOS DE LA EXTREMIDAD INFERIOR: vista anterior





Las palancas del cuerpo humano

En una palanca encontramos los siguientes elementos: un *punto de apoyo* (**A**), donde la palanca se afirma; un *punto de resistencia* (**R**), que está en contacto con el cuerpo y sufre la influencia de la palanca, y un *punto de potencia* (**P**), donde se aplica la fuerza. En nuestro cuerpo tenemos muchas palancas funcionando, que llevan a los músculos a mover los huesos y determinan el funcionamiento de las articulaciones.

Contracción muscular

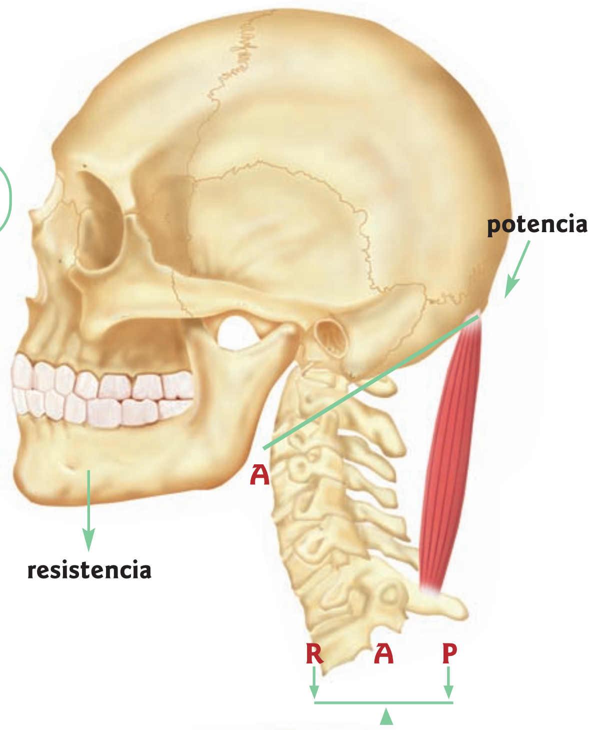
Un músculo muestra **dos puntos de inserción**, uno **fijo** y otro **móvil**. Cuando se contrae, acerca un hueso, mientras que otro permanece fijo. Este impulso nervioso llega al músculo a través de los **nervios motores** que coordinan el movimiento mismo.

En el proceso de contracción de los músculos, intervienen principalmente estructuras musculares de dos tipos, que muestran una gran complejidad. Estas estructuras se denominan **cardíacas estriadas** y **lisas**.

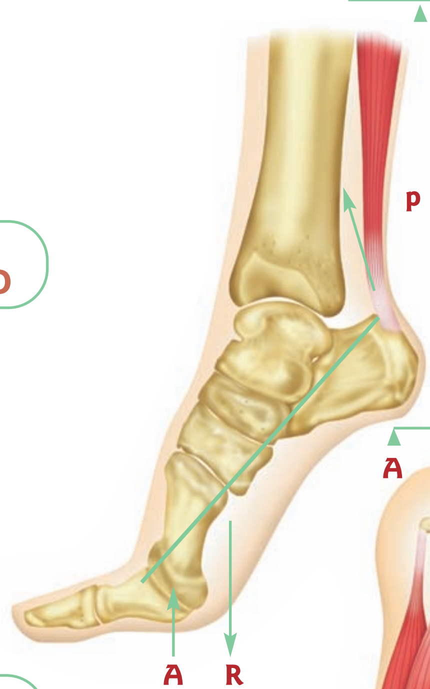
El impulso es transmitido por el **sistema nervioso**.

También se detecta que existen **escleroproteínas** distribuidas en el tejido muscular, indispensables para poner en movimiento el conjunto óseo, para efectuar todo el trabajo cardíaco, para deglutir los alimentos y, en general, para todos los movimientos del cuerpo.

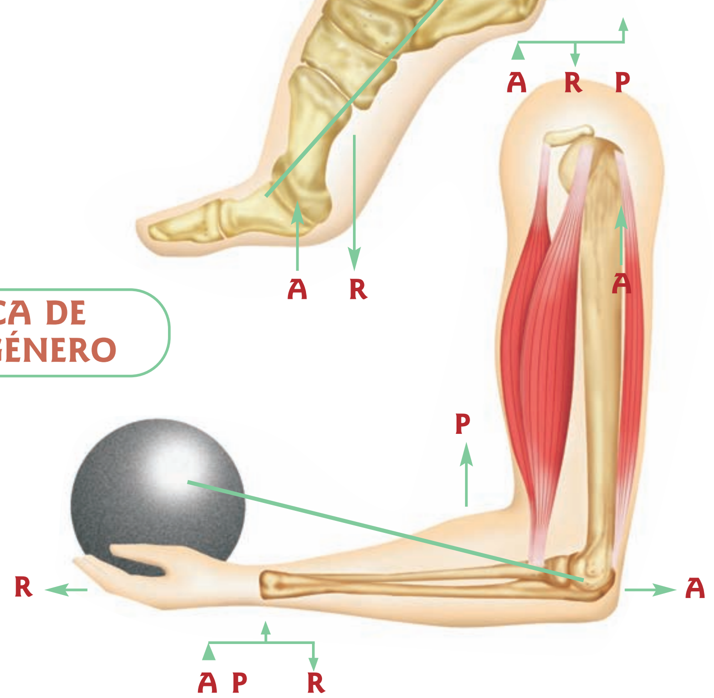
PALANCA DE PRIMER GÉNERO



PALANCA DE SEGUNDO GÉNERO



PALANCA DE TERCER GÉNERO



Ver *nervios motores* en pág. 125

La palanca de tercer género nos permite aproximar objetos, arrastrarlos, y golpear un material, entre otras actividades.



Características de los huesos

Para poder cumplir con sus funciones específicas, los huesos presentan una especial composición y estructura. También están diseñados de acuerdo con la región del cuerpo en la que se encuentran. Si bien parecen rígidos como rocas, son órganos muy dinámicos: en ellos se producen procesos de formación y de intercambio.

Ver *músculos* en pág. 52

Ver *glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas* en pág. 99

Los **huesos** cumplen varias funciones:

- dan forma al cuerpo;
- soportan y protegen los tejidos blandos;
- sirven de punto de inserción a **músculos**, ligamentos y tendones;
- les dan estabilidad a las articulaciones;
- constituyen un depósito de reserva de minerales que el organismo retira o aporta según sus necesidades;
- en ellos se producen los **glóbulos rojos**, los **glóbulos blancos** y las **plaquetas**;
- intervienen en la regulación del metabolismo del *calcio* y el *fósforo* plasmático.

Están constituidos por una materia formada por **sustancias inorgánicas**, como *sales calcáreas, fosfato, carbonato de calcio, agua,* y una mezcla de **sustancias orgánicas** llamada *oseína*, que se compone de *colágeno*, *azúcares* y las *glicoproteínas*, entre otras.

Los huesos, en general, presentan **dos capas**. Una **externa**, dura y compacta, constituida por células óseas vivas que conforman el **hueso compacto**. Este último posee una *matriz* proteica, dispuesta en laminillas o *lamelas*, que rodean los *canales de Havers*, diminutos conductos que contienen los vasos sanguíneos. Dentro de las lamelas hay pequeñas cavidades, ocupadas por células óseas u **osteocitos**, que presentan muchas prolongaciones protoplasmáticas, conectadas entre sí y con los vasos sanguíneos por canales diminutos.

La capa interna —**hueso esponjoso**— es rica en células óseas y presenta cavidades ocupadas por una densa red de vasos sanguíneos y grasa, que forma espacios ocupados por **médula ósea**, sustancia blanda que da origen a las células sanguíneas.

El **periostio** es una capa delgada y dura, que forma la cubierta exterior de los huesos. Una red de vasos linfáticos, capilares y nervios lo atraviesan por unos orificios denominados *agujeros nutricios*. De este modo, el alimento llega a todas las células del hueso y se transmiten al sistema nervioso las sensaciones de dolor. Su parte externa, fibrosa y de colágeno, se une firmemente con las fibras de los ligamentos y los tendones que se insertan en el hueso.

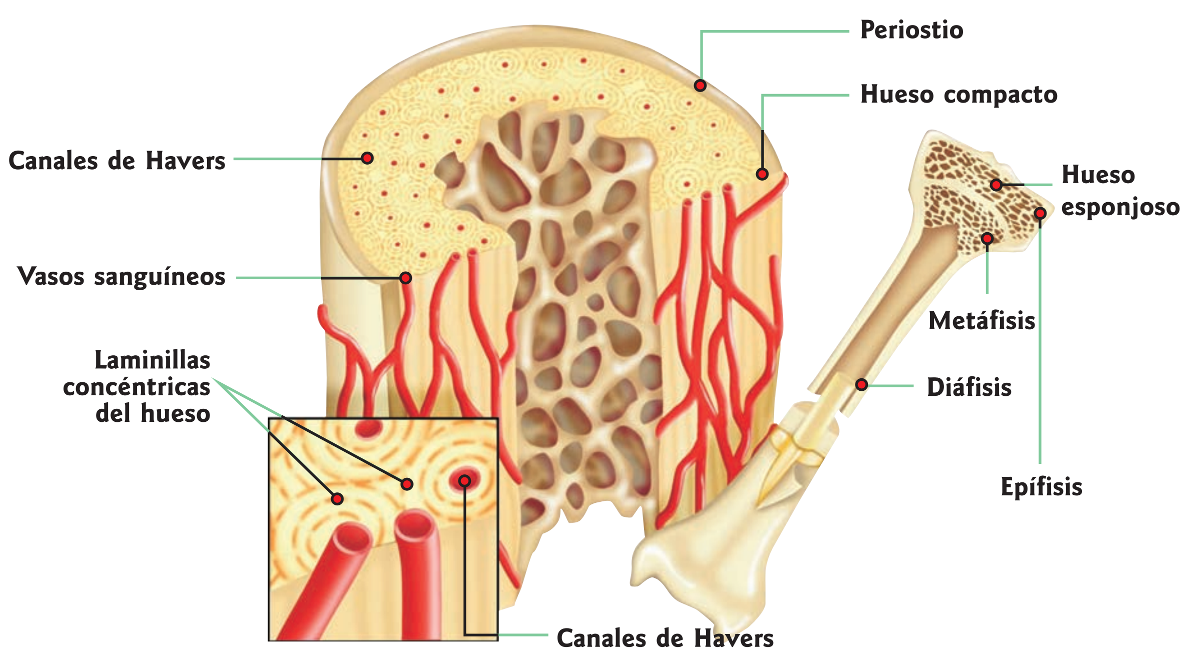
La cavidad medular y los canales de Havers están cubiertos por el **endostio**, una envoltura fibrosa.

La capa externa o periostio está formada por columnas sólidas de material óseo. Cubre el cuerpo de los huesos de las extremidades.



El hueso esponjoso derecho, o capa interna, es blando y presenta pequeñas cavidades ocupadas por vasos sanguíneos, grasa y médula ósea.





¿Cómo se forman los huesos?

El **cartílago** es el material que constituye el esqueleto del feto antes del nacimiento. En el momento de nacer, éste constituye una parte importante del hueso. A medida que una persona crece, el **tejido cartilaginoso** es reemplazado en forma gradual por el **tejido óseo**.

El proceso de formación del hueso se llama **osteogénesis**.

¿Cómo crecen los huesos?

Entre la cabeza ósea y el cuerpo de los huesos largos se encuentra una fina lámina: el **cartílago de crecimiento**. Las células que constituyen esta lámina se dividen constantemente y depositan calcio en la matriz proteica del hueso. Gracias a él, los huesos crecen longitudinalmente hasta que la persona cumple 20 a 25 años, aproximadamente, edad en que se produce la **osificación** total del cartílago y, por lo tanto, se alcanza la estatura máxima.

¿Cómo se reponen los huesos?

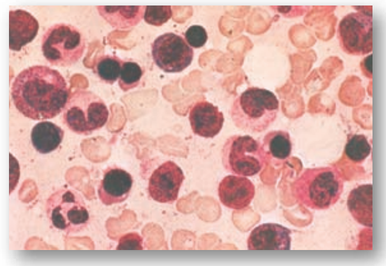
Los huesos pueden engrosarse o reponer sus partes dañadas (por ejemplo, a raíz de una fractura) gracias a la reproducción de las células del **periostio**: los *osteoblastos*, que son las células formadoras. Si un hueso se rompe, esta capa se divide y crece sobre la fractura, uniendo las dos partes.

El hueso se encuentra siempre en un proceso de formación y destrucción. Además de las células formadoras, los huesos poseen células destructoras: los *osteoclastos*. Estas células consumen el material producido por los osteoblastos con el fin de modelar adecuadamente el hueso dañado. Este proceso está regulado por hormonas.

El cartílago es el material que constituye el esqueleto del feto antes del nacimiento. Éste es reemplazado en forma gradual por el tejido óseo. En los adultos, el cartílago permanece en algunos lugares del cuerpo, como el extremo de la nariz, los discos intervertebrales, las extremidades de los huesos y en las articulaciones.

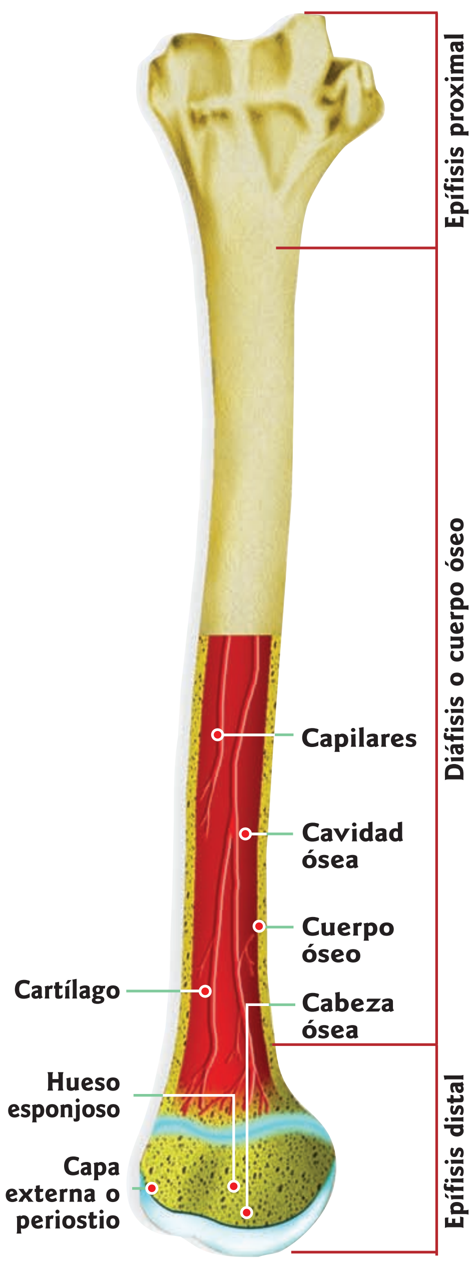


Preparación microscópica de médula ósea.



El hueso regula el metabolismo del calcio y del fósforo.

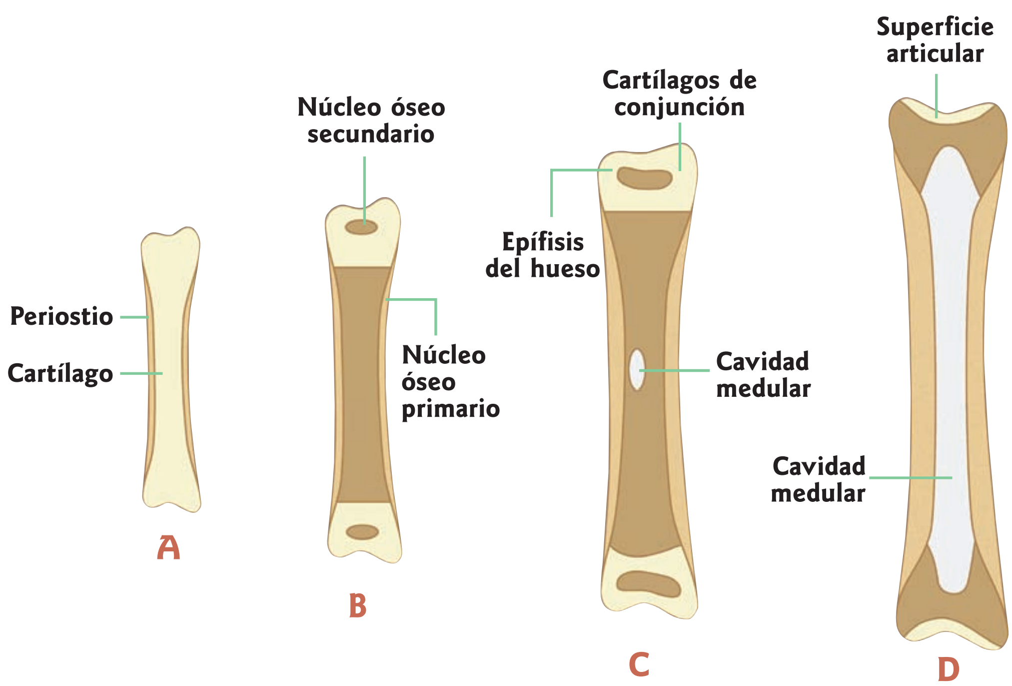
HUESOS LARGOS



¿Qué es la osificación? La fina capa de cartílago que se encuentra entre la cabeza ósea y el cuerpo del hueso está constituida por células que se dividen constantemente, dando origen a un nuevo cartílago que luego es reemplazado por un hueso. Este proceso recibe el nombre de osificación y, gracias a él, los huesos crecen.

OSIFICACIÓN DE HUESO LARGO

A. La membrana que envuelve al cartílago comienza a transformarse en periostio.
B. En el centro de este modelo condroideo se forma un núcleo óseo primario que crece, después de lo cual la sustancia cartilaginosa se osifica.
La osificación también puede realizarse a partir de núcleos secundarios.
C. La osificación se extiende. En las epífisis se forman los cartílagos de conjunción. En el interior del hueso, parte del tejido óseo es reabsorbido y empieza a formarse la cavidad medular.
D. El hueso alcanza su desarrollo pleno. Los cartílagos de conjunción dan lugar a un tejido óseo. Sólo queda tejido cartilaginoso en las superficies articulares.



Clases de huesos

Las fracturas de cadera se producen en el extremo superior del fémur a causa de una fuerza de torsión indirecta. Ocurren, generalmente, en personas débiles o de edad avanzada.

Ver *músculos* en pág. 52

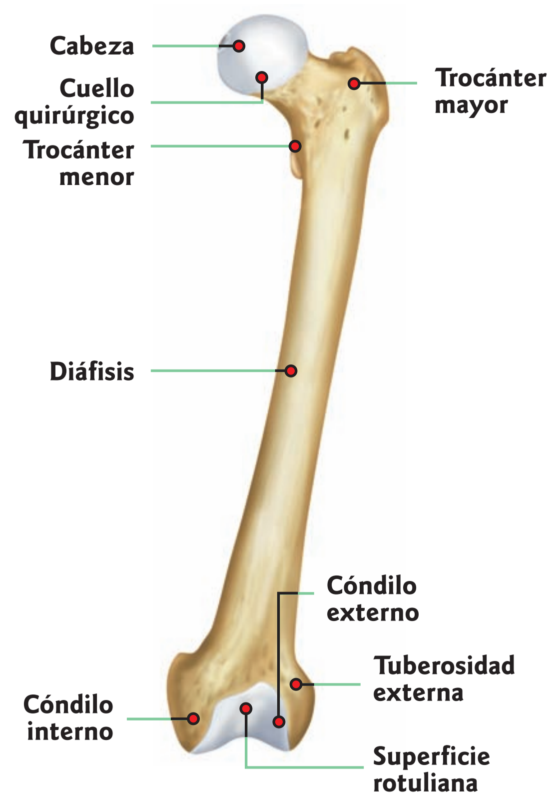
Ver *carpo* en pág. 40

De acuerdo con su forma y su función, los huesos se clasifican en:

- huesos largos,
- huesos planos,
- huesos cortos,
- huesos irregulares.

Los **huesos largos** son elongados: en ellos predomina la longitud por sobre las otras dimensiones. Poseen un cuerpo de forma cilíndrica, llamado **diáfisis**, y extremos ensanchados: las **epífisis**. Son característicos de los miembros inferiores y superiores, donde cumplen la función de soporte y palanca, como el *fémur.*

FÉMUR IZQUIERDO: vista anterior

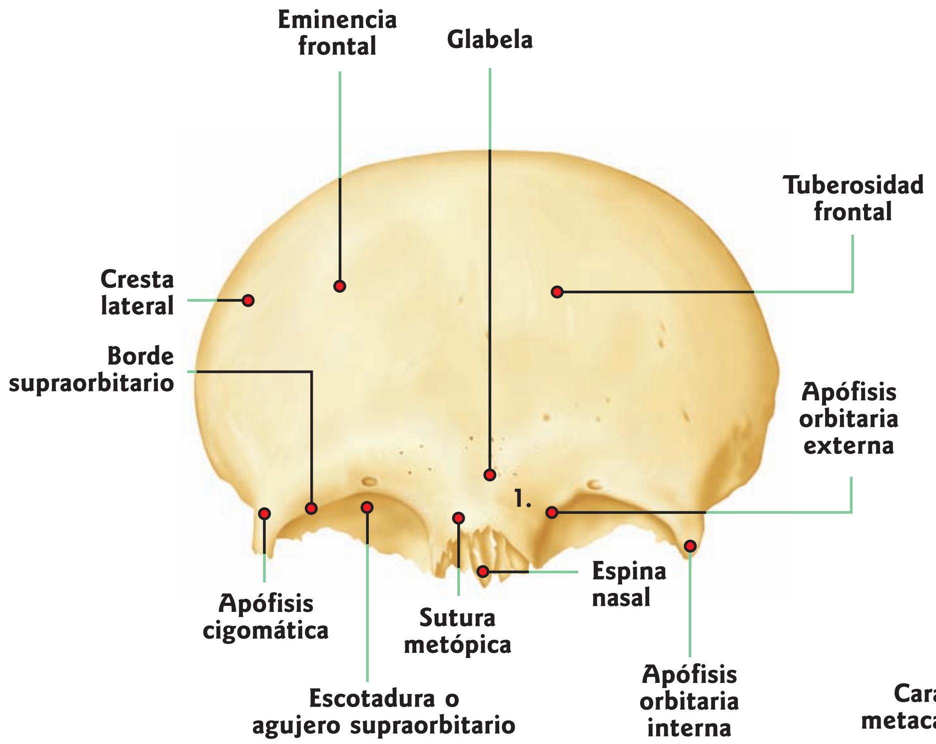


En los **huesos planos** predominan dos dimensiones: el ancho y el espesor. Presentan áreas suficientes para que se inserten los **músculos**. Están formados por dos capas de hueso compacto, y un poco de tejido óseo esponjoso y de médula. Su función es proteger los órganos que cubren, como los huesos *parietal* y *frontal* del cráneo.

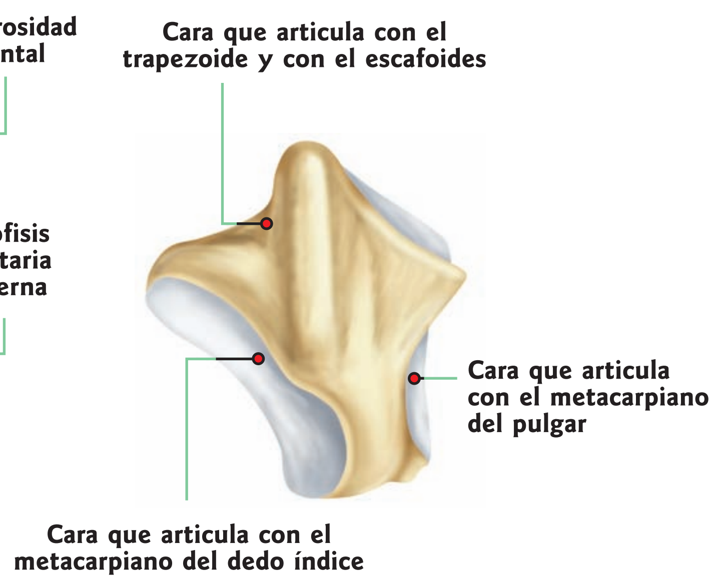
Los **huesos cortos** presentan medidas parecidas en sus tres dimensiones, lo que les otorga gran resistencia. Su principal función es amortiguar impactos, y disminuir la fricción y los cambios de dirección de los tendones. En los miembros, aumentan el efecto de palanca, como los *huesos de la muñeca* **(carpo)**.

1. Inserción del músculo superciliar. Este músculo produce un pliegue vertical en la piel, junto a la raíz de la nariz. Por la escotadura o agujero supraorbitario pasan los vasos y nervios supraorbitarios.

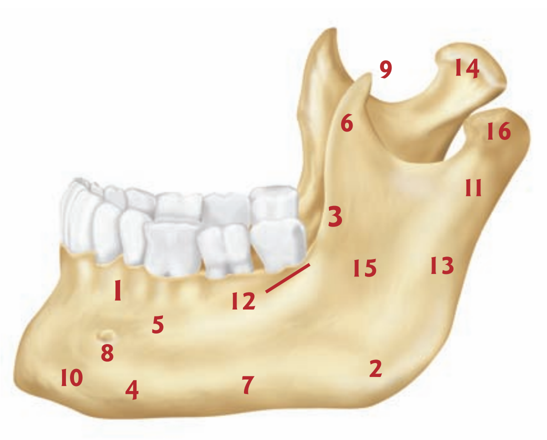
HUESO FRONTAL: vista anterior de la superficie externa



TRAPECIO: vista anterior



MANDÍBULA O MAXILAR INFERIOR: vista lateral externa



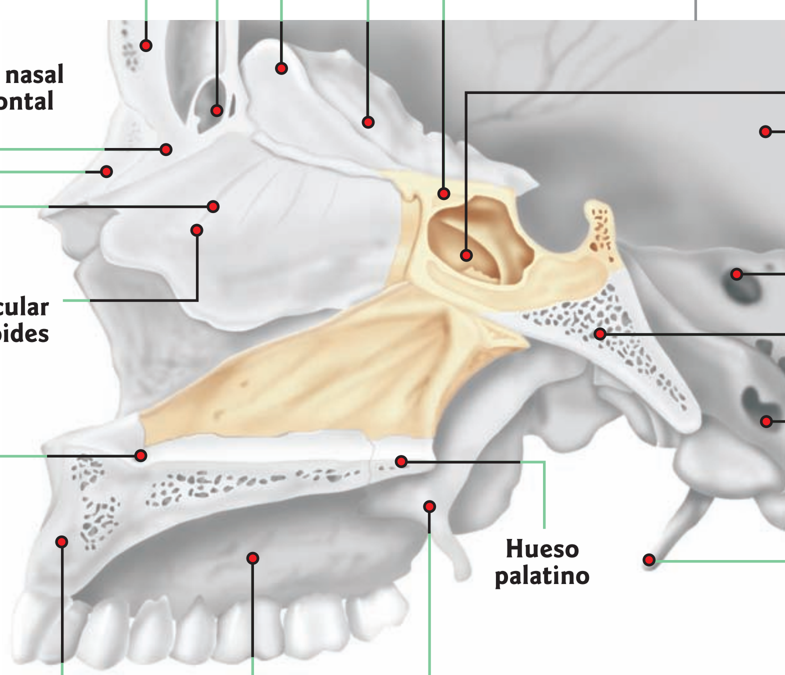
Los **huesos irregulares** tienen formas diferentes. Algunos son impares y se ubican en la parte media del cuerpo, como las vértebras y el hueso de la mandíbula. Otros son muy específicos, como los huesecillos del oído.

1. Porción alveolar
2. Ángulo de la mandíbula
3. Borde anterior de la rama ascendente
4. Base
5. Cuerpo
6. Apófisis coronoides
7. Borde inferior de la rama
8. Agujero mentoniano
9. Escotadura mandibular
10. Protuberancia o eminencia mentoniana
11. Cuello de la rama ascendente
12. Línea oblicua
13. Borde posterior de la rama
14. Fosa pterigoidea
15. Rama ascendente
16. Cóndilo de la mandíbula

Algunos huesos presentan partes sobresalientes: las **apófisis**. Éstas pueden ser **articulares** o **no articulares**. Las apófisis articulares forman parte de una articulación. Las segundas sirven para la inserción de músculos y ligamentos, y conforman el punto de apoyo de una articulación.
Las **cavidades** de los huesos cumplen diferentes funciones: o bien alojan eminencias óseas, y determinan una articulación, o alojan las partes blandas y las protegen.
Por los **orificios** de los huesos pasan nervios, o arterias y venas que aportan sustancias nutritivas al hueso.

SECCIÓN PARAMEDIANA DEL CRÁNEO

Los senos maxilares, esfenoidales, frontales y etmoidales se denominan senos paranasales. Sus desembocaduras se encuentran en los meatos nasales.



Las articulaciones

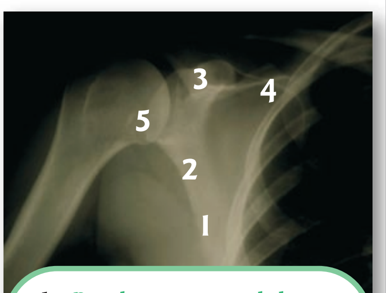
La mayoría de los huesos se encuentran unidos unos a otros. El lugar donde se unen dos superficies óseas se llama articulación. Hay varios tipos de articulaciones: algunas son fijas, otras son móviles o semimóviles. Cada una presenta diferentes características según la función que cumplan o el trabajo que realicen.

Ver *tejido conectivo* en pág. 25



1. Extremo acromial de la clavícula
2. Articulación acromio clavicular
3. Acromion
4. Bíceps braquial
5. Deltoides, que cubre el troquíter del húmero

Radiografía que muestra la articulación del hombro.



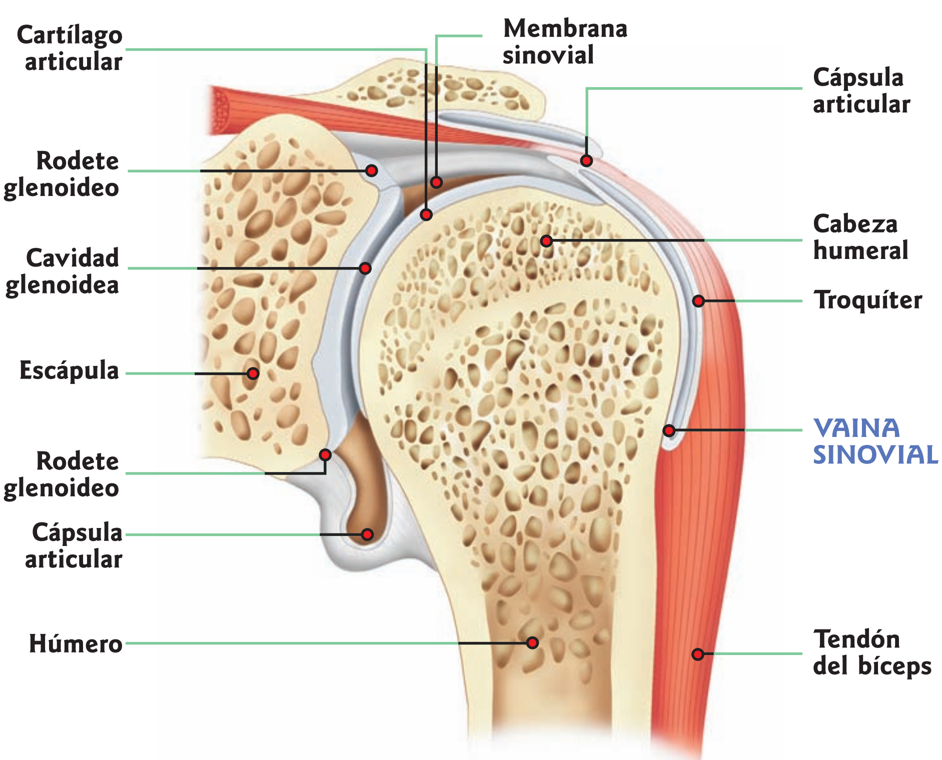
1. Borde externa del omóplato.
2. Reborde de la cavidad glenoidea
3. Apófisis caracoides
4. Clavícula
5. Cabeza del húmero

Las **articulaciones** son estructuras de tejido conectivo, mediante las cuales dos o más huesos próximos se unen entre sí. Están constituidas por varios elementos que le proporcionan estabilidad a esa unión. Al mismo tiempo, cumplen la función de limitar los movimientos para que éstos no sobrepasen una amplitud determinada y evitar roturas.
Los **elementos no óseos** de las articulaciones (no todas) son el **cartílago articular**, los **ligamentos**, la **cápsula articular**, la **membrana sinovial** y los **meniscos**.
Las **articulaciones** mantienen la postura y el equilibrio, y permiten la locomoción y el crecimiento.

La delgada capa de cartílago que recubre los extremos óseos en contacto se llama **cartílago articular**, y conforma una superficie lisa que disminuye la fricción. Es una forma especializada de **tejido conectivo**, compuesto por células especiales —los *condrocitos*— y fibras elásticas y resistentes que se ubican entre ellas. Estos elementos están incluidos en una sustancia o matriz de proteína sólida (condrina), de consistencia semejante a un gel, a la que se debe la firmeza y la elasticidad que caracterizan al cartílago.

Los **ligamentos** son bandas o cápsulas de tejido conectivo. Están formados por fibras elásticas y de colágeno blanco, que se insertan cerca de las articulaciones en todos o en algunos de los huesos que las componen. Su función es dar firmeza a la unión entre los huesos, y limitar a la vez la amplitud de los movimientos articulares. Pueden ser anchos, cortos, redondos, etc. Algunos se localizan en el interior de la cavidad articular; por ejemplo, el ligamento redondo de la cadera, o los cruzados de la rodilla.

ARTICULACIÓN ESCÁPULO HUMERAL DERECHA: corte frontal

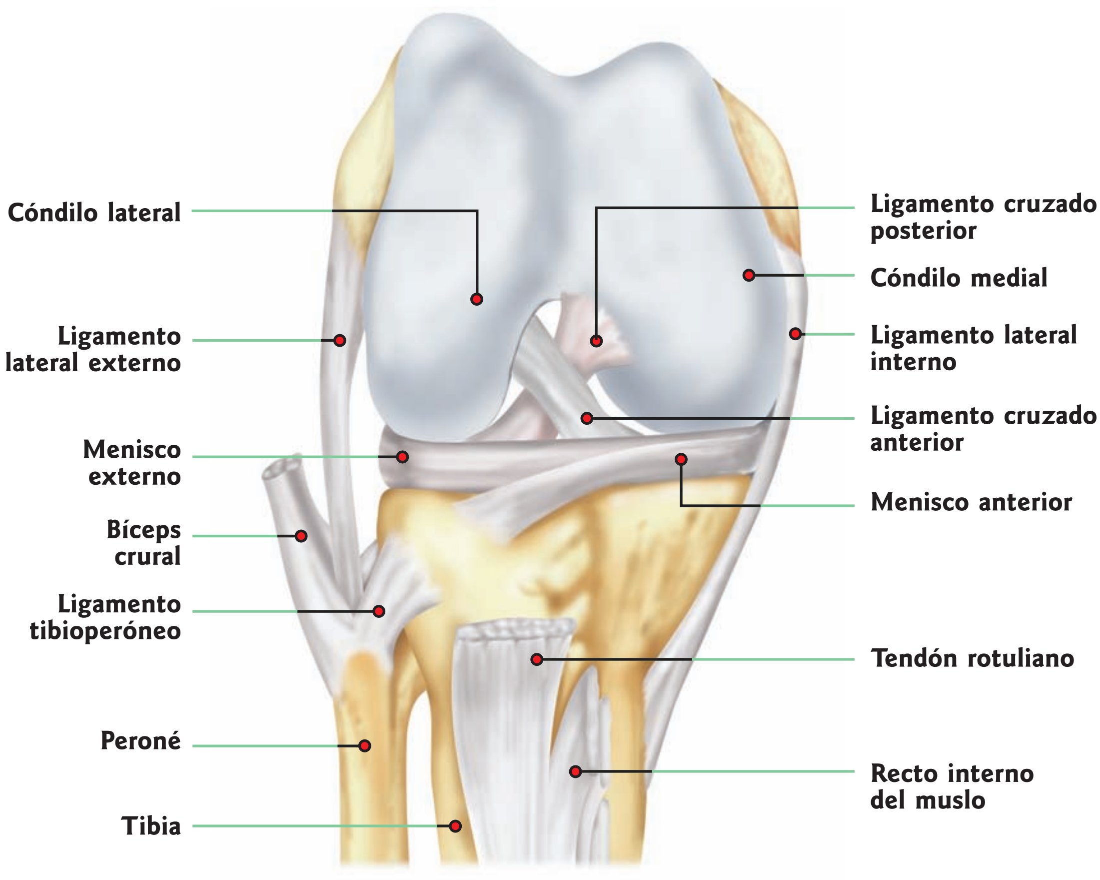


La **cápsula articular** está formada por tejido conectivo y envuelve la articulación, insertándose a lo largo del borde de las superficies óseas que la forman. Se encuentra en las articulaciones que reciben grandes tensiones, como la del hombro.

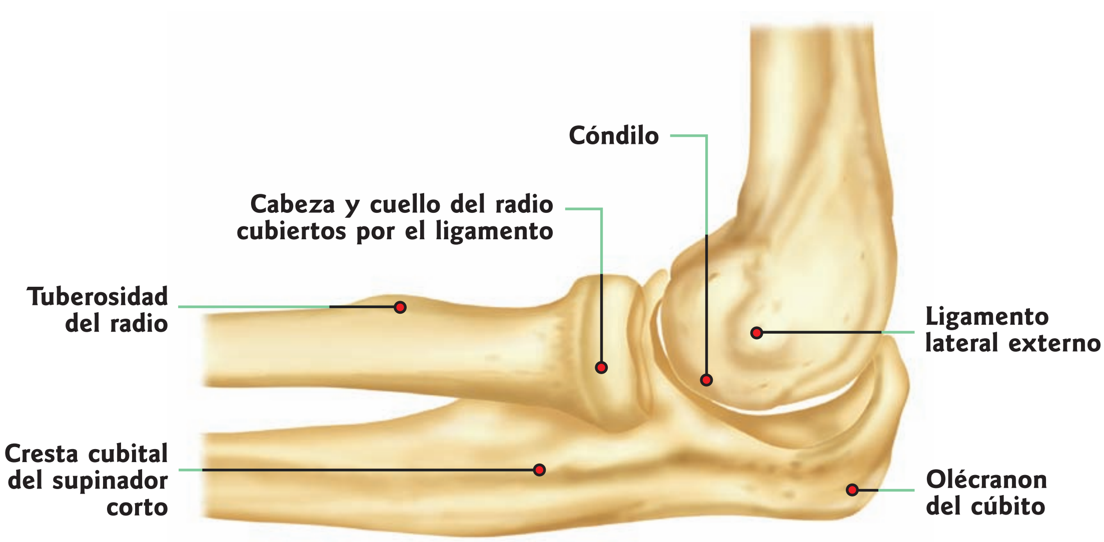
La **membrana sinovial** es una especie de cápsula que recubre la superficie interna de la cavidad articular. Está formada por tejido conectivo, en una gran proporción, de fibras blancas colágenas. Su aspecto es liso y brillante, debido a que segrega un líquido incoloro y viscoso —el *líquido sinovial*— cuya función es lubricar y nutrir los cartílagos articulares.

Los **meniscos o discos articulares**, ubicados en la rodilla, son placas de tejido fibroso en forma de cuña, que dividen la cavidad articular en dos compartimientos. Aumentan la superficie de contacto entre el fémur y la tibia, lo que disminuye los efectos de la presión que ocasionan los movimientos.

ARTICULACIÓN DE LA RODILLA SIN LA RÓTULA: vista frontal

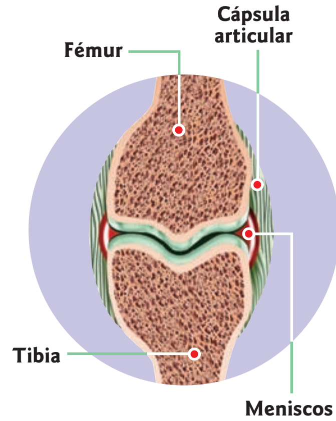


ARTICULACIÓN DEL CODO

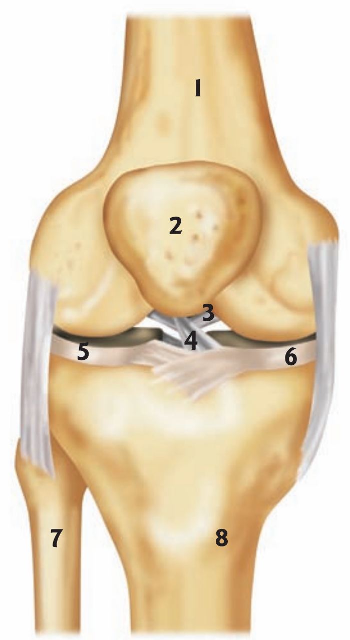


LA RODILLA

Sección frontal



ARTICULACIÓN DE LA RODILLA



1. Fémur
2. Rótula
3. Ligamento cruzado posterior
4. Ligamento cruzado anterior
5. Menisco lateral
6. Menisco medial
7. Peroné
8. Tibia

La inflamación de la membrana sinovial produce artritis y sinovitis. La artrosis es un desgaste o degeneración del hueso que forma parte de la articulación.

Las articulaciones inmóviles o fijas son propias de los huesos del cráneo y de la cara, excepto el maxilar inferior.



*El **bregma** es el punto en el que la sutura sagital se une con la sutura coronal. El **lambda** es el punto donde se unen la sutura lamboidea y la sutura sagital.*

CLASES DE ARTICULACIONES

ARTICULACIONES FIJAS

Sinartrosis o suturas

- Dentadas
- Armónicas
- Escamosas
- Esquindelesis

ARTICULACIONES SEMIMÓVILES

Anfiartrosis

ARTICULACIONES MÓVILES

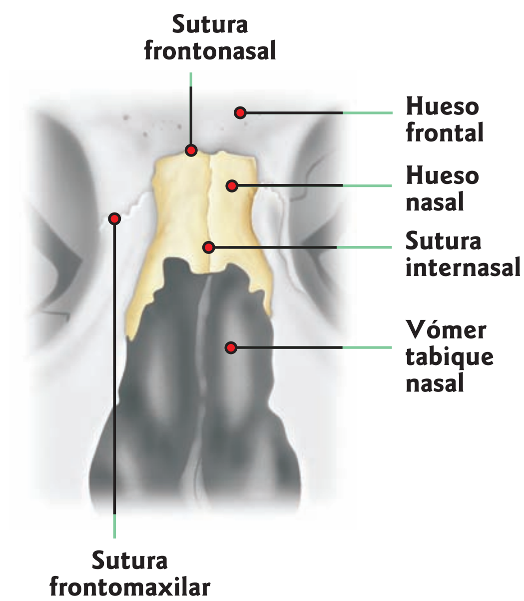
Diartrosis

- Trocoide
- Troclear
- Silla de montar
- Enartrosis
- Condílea

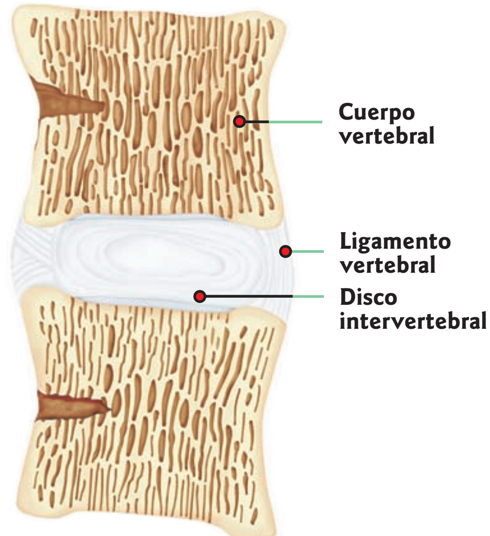
Articulaciones inmóviles o sinartrosis

Son propias de los huesos de la cara y el cráneo (excepto el maxilar inferior), ya que su función es unir más que dar movilidad. También se las conoce como *suturas*. Se subdividen en cuatro clases.

Dentadas: presentan forma de dientes que encajan unos con otros; por ejemplo, la articulación interparietal.



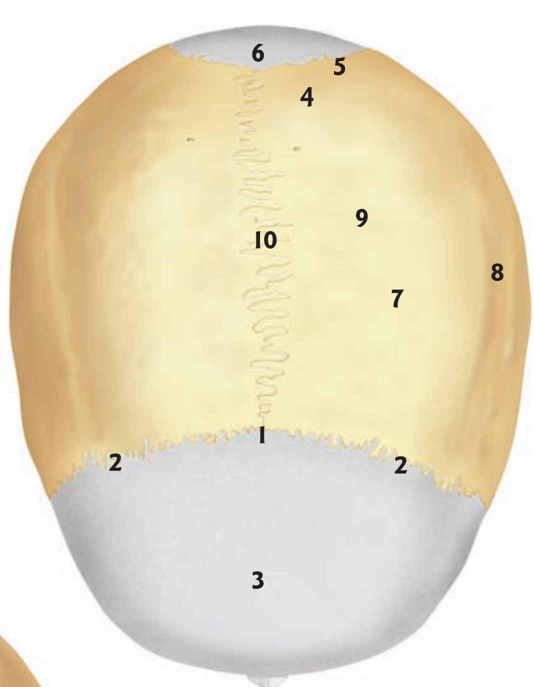
ARTICULACIÓN INTERVERTEBRAL: corte lateral

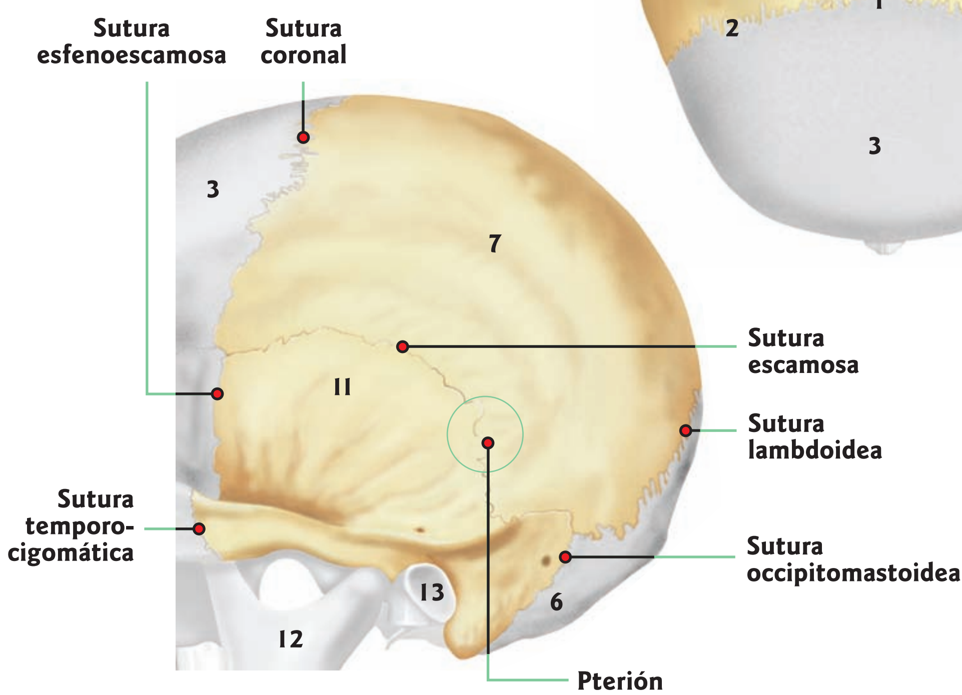


Armónicas: presentan forma plana o lisa y se articulan perfectamente; por ejemplo, la articulación de los huesos nasales.

Escamosas: presentan forma de escamas; por ejemplo, la articulación témporo-parietal.

Esquindelesis: una presenta forma de cresta y la otra forma de ranura, y se encastran perfectamente; por ejemplo, el esfenoides con el vómer.





1. **Bregma**
2. **Sutura coronal**
3. **Hueso frontal**
4. **Lambda**
5. **Sutura lambdoidea**
6. **Hueso occipital**
7. **Hueso parietal**
8. **Eminencia parietal**
9. **Orificio parietal**
10. **Sutura sagital**
11. **Hueso temporal**
12. **Maxilar inferior**
13. **Conducto auditivo externo del hueso temporal**

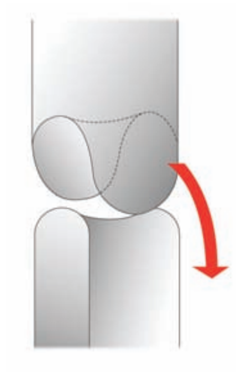
Articulaciones semimóviles o anfiartrosis
Son propias de la columna vertebral; sólo permiten unos pocos movimientos. En esta clase de articulaciones, los huesos se encuentran separados por placas de tejido cartilaginoso.
Si bien el movimiento que puede tener cada vértebra por sí misma es casi nulo, en conjunto (la columna vertebral) presenta gran movilidad.

Articulaciones móviles o diartrosis
Corresponden fundamentalmente al esqueleto de los miembros. Son muy flexibles, ya que en el interior de éstas se encuentra una cavidad y una membrana lubricada que facilitan el movimiento. Los huesos que intervienen en este tipo de articulación están unidos por ligamentos que evitan la dislocación.

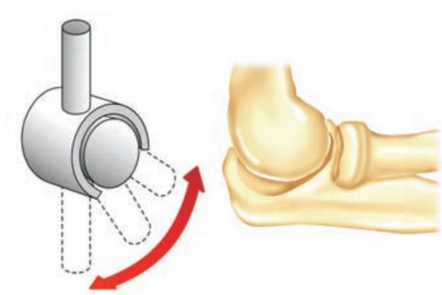
*La **diartrosis** y la **anfiartrosis** nos permiten realizar los siguientes movimientos: **rotación**, **deslizamiento**, **flexión** y **extensión**, **abducción** y **aducción**, **circunducción**, **pronación** y **supinación**.*

Según la forma de las superficies articulares, las articulaciones móviles se subclasifican en **trocoide, troclear, silla de montar, enartrosis, artrodia** y **condílea.**

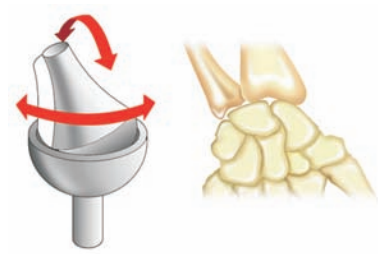
Las articulaciones denominadas sinartrosis o suturas presentan, en las superficies articulares o bordes de contacto, un tejido cartilaginoso que, con el transcurso del tiempo, se van endureciendo.



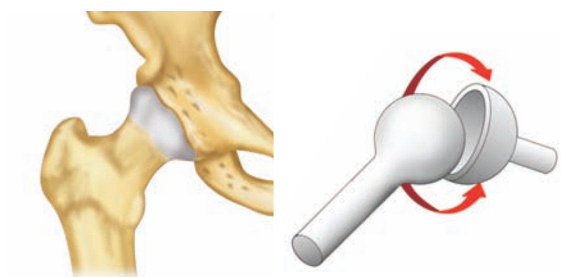
Silla de montar: presenta dos superficies que encajan como las piezas de un rompecabezas. Ejecuta los movimientos de *rotación, flexión y separación* (abducción). Un ejemplo es la articulación del pulgar con un hueso del carpo.



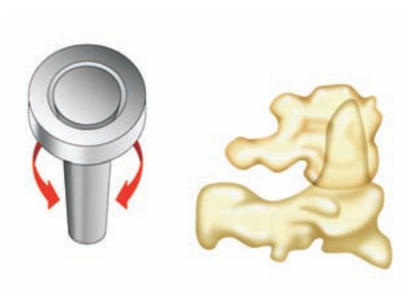
Articulación troclear: en ella, el extremo de un hueso se inserta en un soporte óseo en forma de polea. Ejecuta los movimientos de *flexión* y *extensión*. Un ejemplo es el codo, donde el extremo redondo del húmero encaja en un soporte formado por el cúbito y el radio.



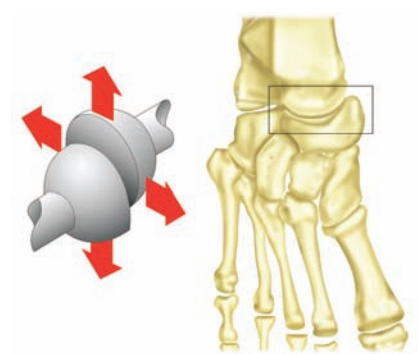
Condílea: uno de los huesos termina en un cóndilo (semiesfera alargada) y el otro, en una concavidad también, alargada. Ejecuta los movimientos de flexo-extensión y abducción-aducción. Un ejemplo es la articulación de los extremos (epífisis) superiores del radio y el cúbito, que permite girar la palma de la mano hacia abajo.



Enartrosis: uno de los huesos termina en una cabeza esférica que se introduce en una concavidad que la alberga. Ejecuta todos los movimientos y con gran amplitud. Un ejemplo es la articulación de la cadera, donde el extremo esférico del hueso del fémur se inserta en una cavidad de la pelvis.



Articulación trocoide: está compuesta por una superficie, que es un cilindro, que encaja en un anillo osteofibroso. Ejecuta los movimientos de *rotación*. Un ejemplo es la articulación del occipital con el atlas.



Artrodia: los huesos de la articulación tienen superficies planas y sólo realizan pequeños movimientos de deslizamiento. Ejemplo: la articulación carpometacarpiana.

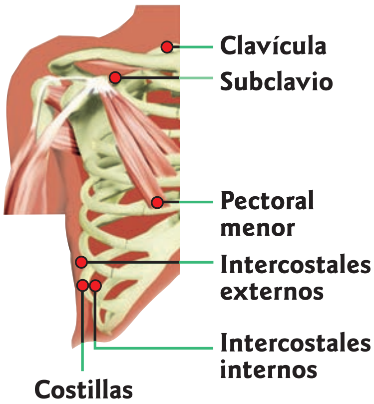
Uno de los movimientos que realiza la columna vertebral es el de rotación.



Los músculos

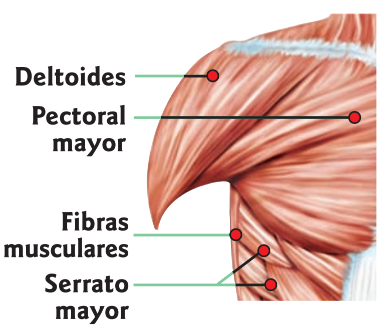
Los músculos contribuyen a dar forma al cuerpo y sostienen los órganos. Gracias a ellos, podemos realizar una gran variedad de movimientos.

MÚSCULOS PROFUNDOS DEL TÓRAX



Los músculos profundos se subdividen en:
- ***los sinérgicos, que ejecutan movimientos idénticos en combinación con otros músculos;***
- ***los antagonistas, que utilizan la potencia de otro músculo, que realiza una fuerza opuesta para efectuar ambos el mismo movimiento.***

MÚSCULOS SUPERFICIALES DEL TÓRAX

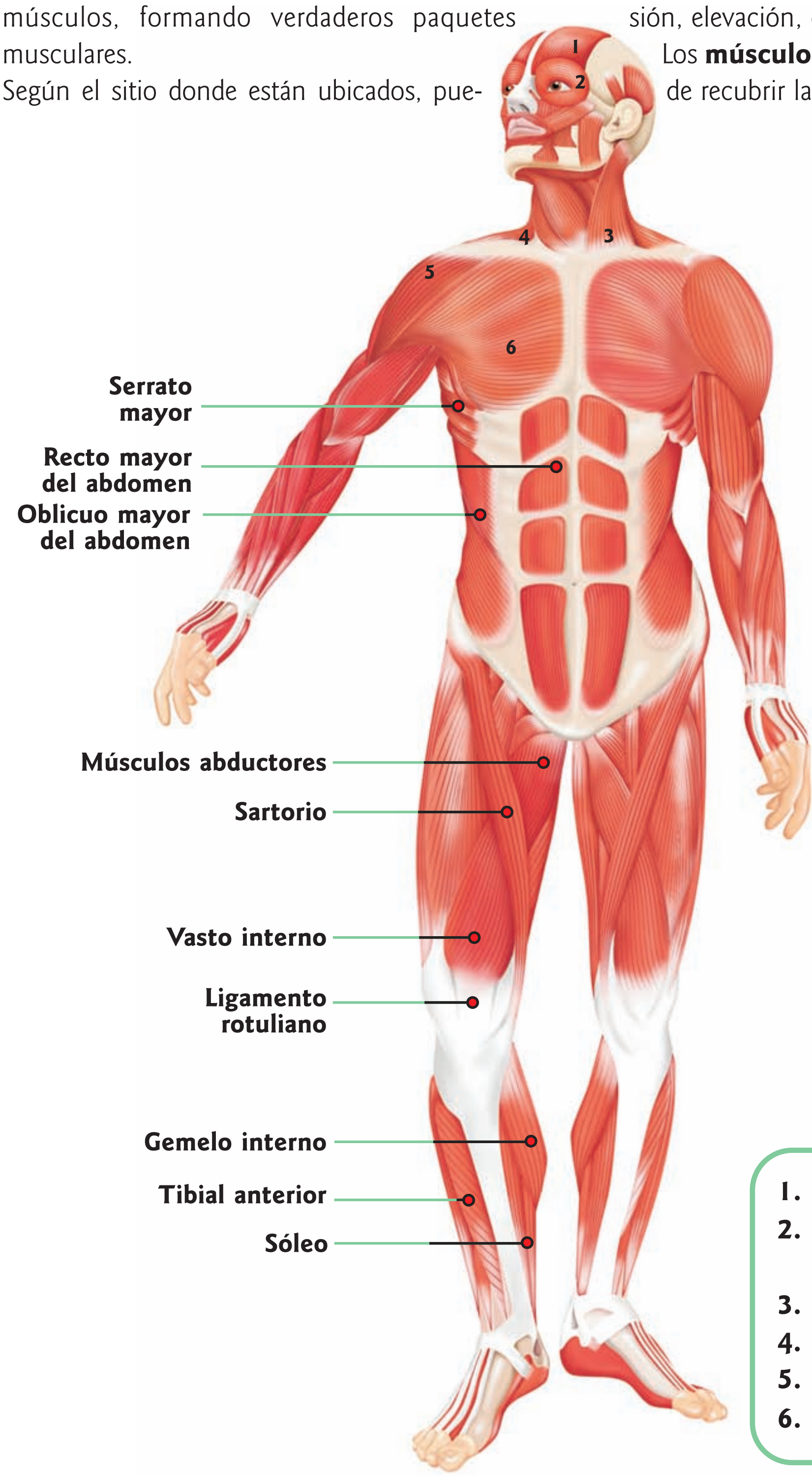


Los extremos de los músculos se insertan en los huesos por medio de los tendones, que son una especie de cinta o cordón blanco nacarado muy resistente, o mediante *aponeurosis*, formación de láminas fibrosas de color blanco brillante, que sirven también para envolver los músculos, formando verdaderos paquetes musculares.

Según el sitio donde están ubicados, pueden agruparse en dos categorías: músculos **profundos** y músculos **superficiales**.

Los **músculos profundos** se insertan, generalmente, en los huesos del esqueleto por medio de los tendones. El efecto que producen estos músculos tiene un carácter múltiple: flexión, extensión, elevación, depresión, abducción, etc.

Los **músculos superficiales** se encargan de recubrir las distintas partes del cuerpo.



1. Occipitofrontal
2. Orbicular de los párpados
3. Esternocleidomastoideo
4. Trapecio
5. Deltoides
6. Pectoral mayor

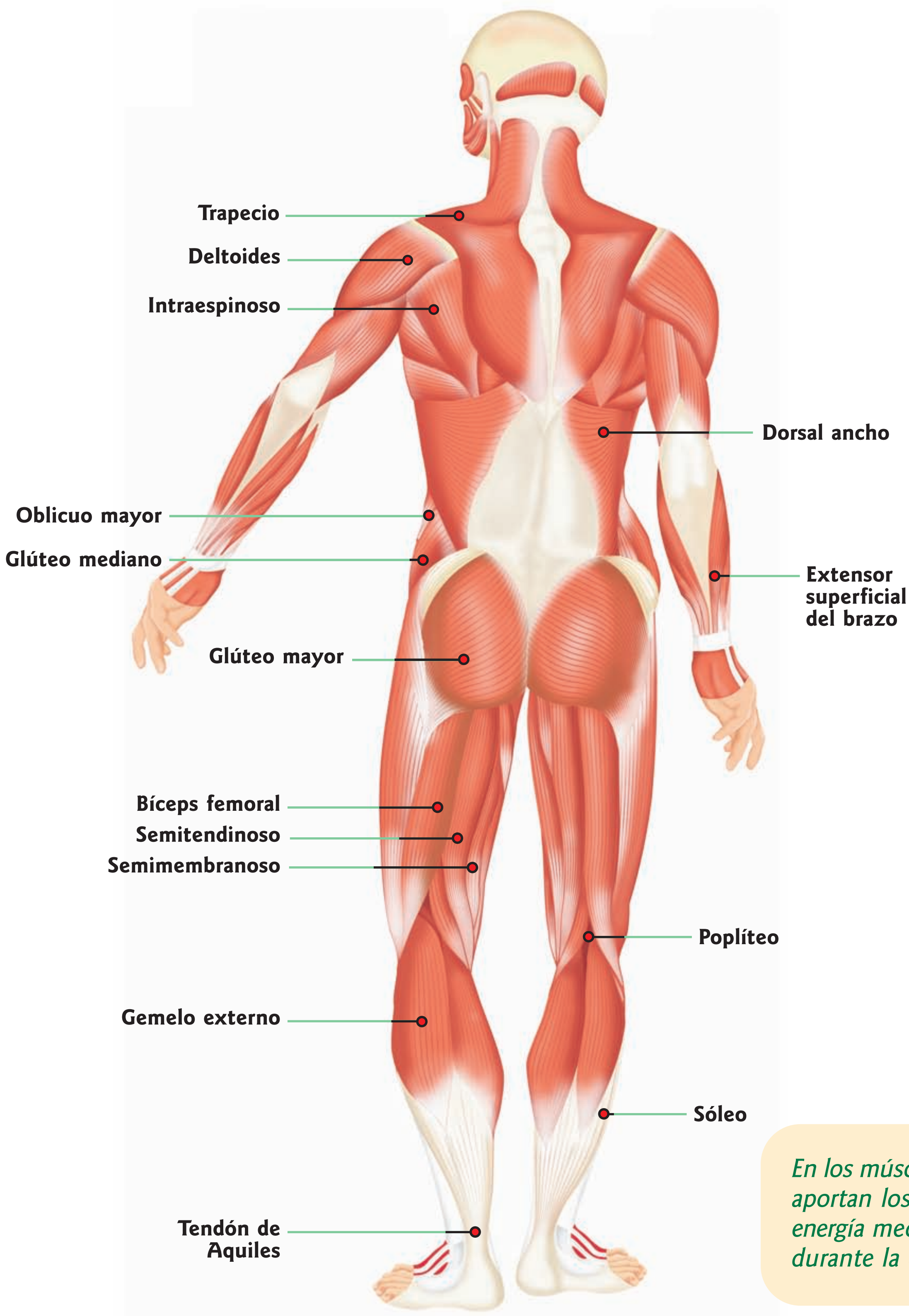
Se encuentran insertos inmediatamente debajo de la piel, con la que mantienen estrecha vinculación. Por lo general, son planos.
Nuestro cuerpo realiza dos tipos de movimientos: los **voluntarios**, como correr, caminar, hablar, etc., y los **involuntarios**, que son los que realizan nuestros órganos internos, como el estómago, las arterias, el diafragma y el corazón.
De acuerdo con el tipo de movimiento, los músculos se clasifican en:

- **estriados o esqueléticos**;
- **lisos o de la vida vegetativa**;
- **cardíaco**.

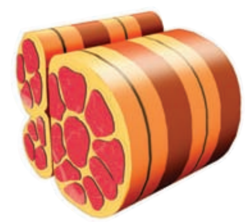
Los **músculos estriados** están unidos a los huesos y forman el sistema que permite los movimientos conscientes. Su contracción es rápida y voluntaria. Son muy fuertes y sensibles a la fatiga.
Los **músculos lisos forman** parte de los órganos internos, como la vejiga, los vasos sanguíneos y el esófago. Pueden tener un movimiento constante sin que sufran fatiga. Su contracción es involuntaria.
El **músculo cardíaco** es el que constituye el corazón. Es estriado, pero su contracción es involuntaria y automática.

La actividad muscular estimula el desarrollo de los músculos; por eso, las personas que practican deportes los tienen más desarrollados que quienes no los hacen.

En el cuerpo humano hay unos 450 músculos estriados y sólo unos 50 lisos.

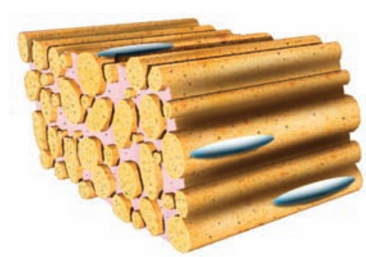


MÚSCULOS ESTRIADOS O ESQUELÉTICOS



Constituyen la "carne del cuerpo". Sus células conforman largas fibras cilíndricas (entre 1 y 400 mm de extensión), ubicadas en forma paralela. Se insertan en los huesos para llevar a cabo los movimientos voluntarios.

MÚSCULOS LISOS



Sus células son largas, de color rosado pálido, y se asemejan a un huso. Se ubican alrededor de las cavidades orgánicas formando haces. Se contraen en forma automática (movimientos involuntarios) de manera lenta y rítmica.

En los músculos, la energía química que aportan los alimentos se transforma en energía mecánica, y en energía calórica durante la oxidación de aquellos.

Los músculos según las regiones

• Los **músculos de la cabeza** son numerosos, y variados en cuanto a su forma y ubicación. Tiran la piel hacia atrás, abajo y los costados. Permiten los movimientos de la masticación, la boca, los ojos, las cejas, la frente y el mentón (músculos miméticos de la cara).

• Los **músculos del cuello** son fuertes y potentes. Entre las funciones que cumplen, podemos citar la sujeción de la cabeza y el movimiento de ésta en sentido lateral y transversal, de giro y estiramiento.

• Los **músculos del tórax** contraen y expanden la caja torácica, lo que permite que los pulmones se distiendan y tomen aire (inspiración) y se contraigan y expulsen el aire (espiración). Sostienen la columna y permiten los movimientos de la cabeza, del hombro y de la columna vertebral.
Están divididos en dos regiones: costal y anterocostal.

• Los **músculos del abdomen** envuelven y protegen las vísceras del abdomen. Posibilitan el proceso de excreción y facilitan algunos movimientos de la columna.
Comprenden cuatro áreas: anterolateral, posterior, inferior y superior.

• Los **músculos de las extremidades superiores** son los responsables de la movilidad del brazo y del antebrazo. Unos actúan sobre las articulaciones del hombro, el codo o la muñeca. Algunos permiten movimientos amplios de extensión y flexión. Otros nos permiten realizar ejercicios, como escribir o dibujar.

• Los **músculos de las extremidades inferiores** son numerosos y variados. Cada uno de ellos desempeña una función específica. Los músculos del muslo, de la pierna y del pie son los responsables de la marcha y del mantenimiento de la posición erecta.

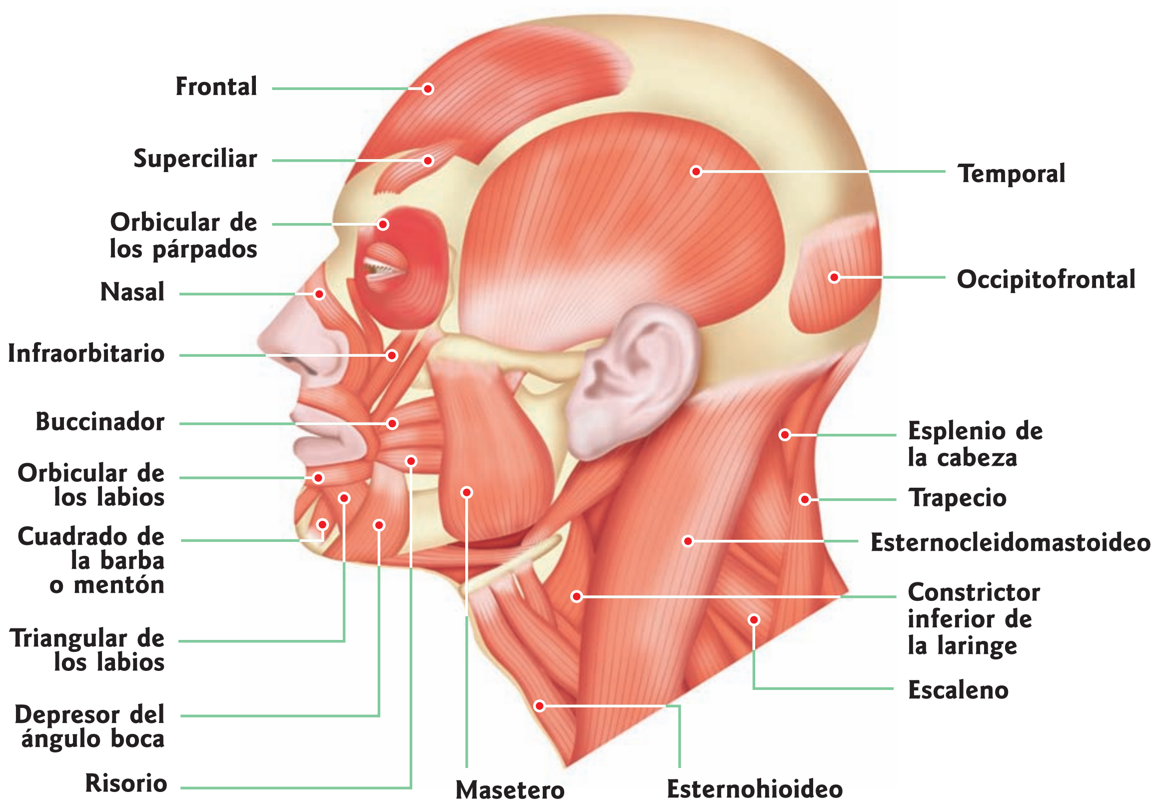
El músculo orbicular de los labios estrecha la abertura de la boca y hace que adopte forma de hocico.



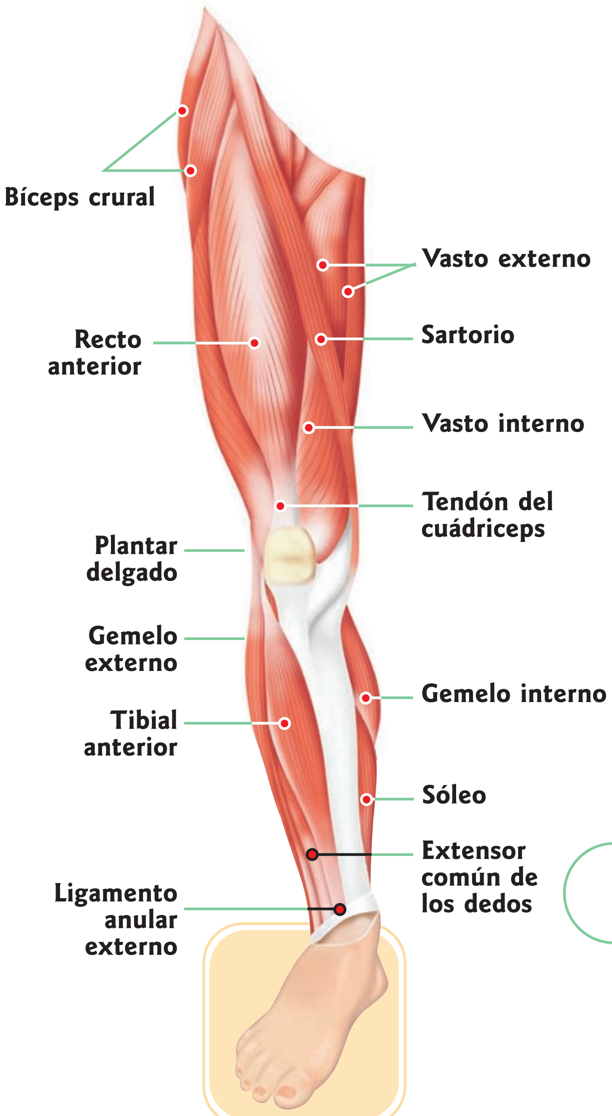
El músculo frontal tira de las cejas y arruga la frente.



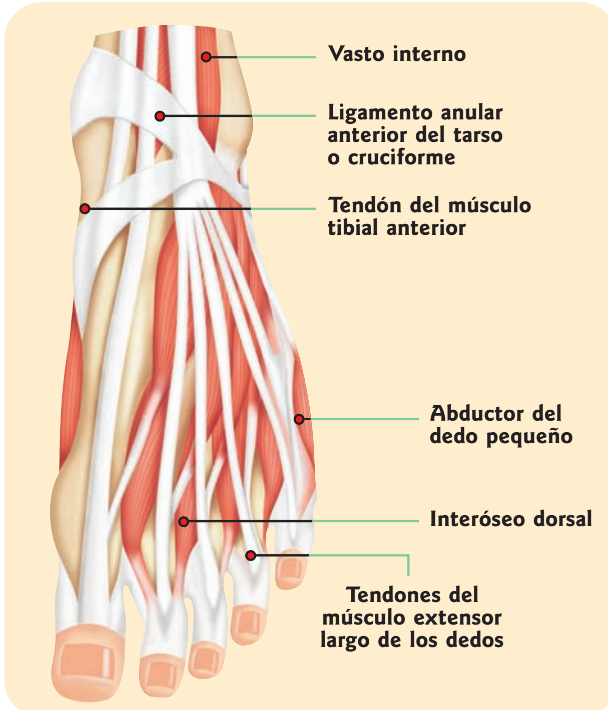
MÚSCULOS DE LA CABEZA: vista lateral

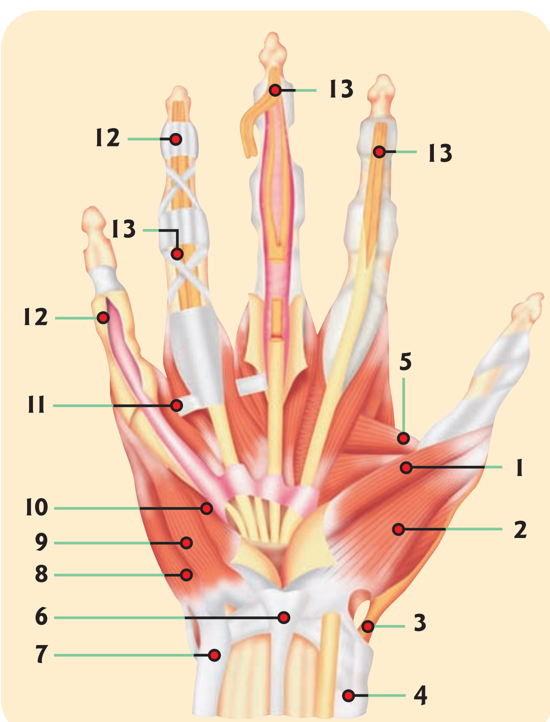


MÚSCULOS DE LA PIERNA: vista anterior

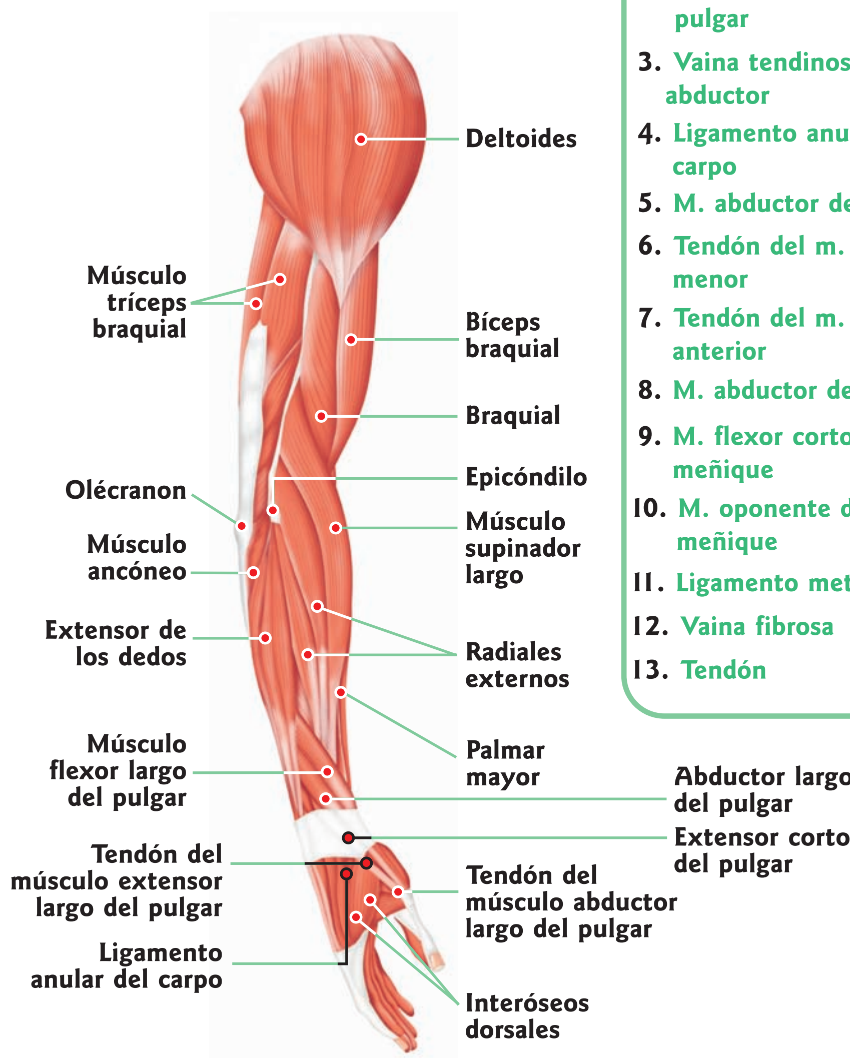


MÚSCULOS DEL PIE: vista ántero-superior





MÚSCULOS DE LAS EXTREMIDADES: vista lateral



1. M. flexor corto del pulgar
2. M. abductor corto del pulgar
3. Vaina tendinosa del m. abductor
4. Ligamento anular del carpo
5. M. abductor del pulgar
6. Tendón del m. palmar menor
7. Tendón del m. cubital anterior
8. M. abductor del meñique
9. M. flexor corto del meñique
10. M. oponente del meñique
11. Ligamento metacarpiano
12. Vaina fibrosa
13. Tendón

Ver *fibra muscular* en pág. 26

Ver *placa neuromuscular* en pág. 31

FORMA DE LOS MÚSCULOS

LARGOS

Son músculos con mucho movimiento y mucha fuerza.

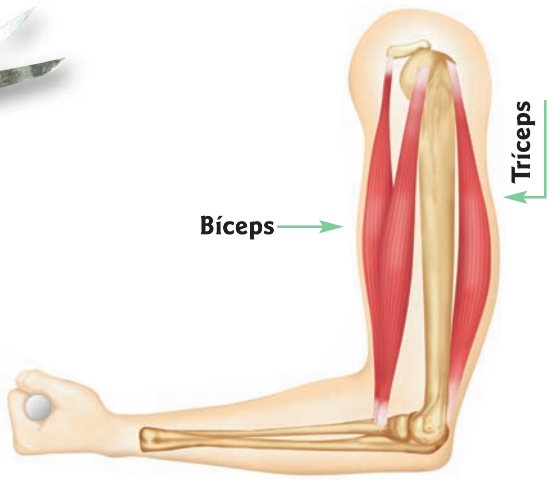
ANCHOS

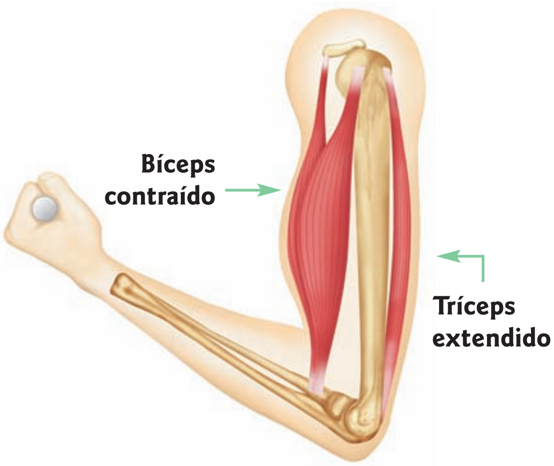
Son músculos con poco movimiento y poca fuerza.

CORTOS

Son músculos con poco movimiento y mucha fuerza.

FLEXIÓN DEL BRAZO





Denominación de los músculos según el movimiento que realizan

FLEXORES

Acercan dos segmentos de una extremidad.

EXTENSORES

Alejan y disponen en línea recta los segmentos de una extremidad.

ADUCTORES

Acercan una parte móvil a la línea media del cuerpo.

ABDUCTORES

Alejan una parte móvil de la línea media del cuerpo.

ROTADORES (pronadores y supinadores)

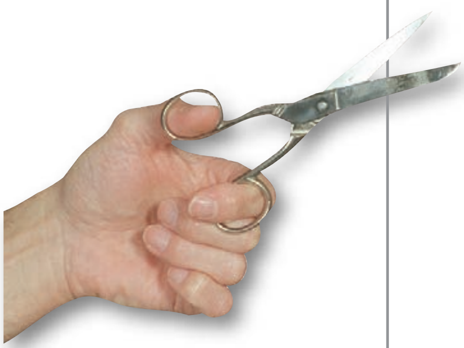
Facilitan los movimientos de rotación de las articulaciones.

DEPRESORES

Deprimen o bajan un segmento o un miembro.

ESFÍNTERES Y DILATADORES

Cierran o abren un orificio corporal.





Las manos de los seres humanos cuentan con músculos que les permiten realizar un sinnúmero de movimientos.
Gracias a ellas, el género humano pudo realizar sus grandes obras culturales.



El músculo por dentro

Cada **músculo** está formado por **fibras** –células alargadas– unidas por tejido conjuntivo; éstas constituyen fascículos que contienen en su interior miofibrillas, filamentos formados por dos proteínas que son las que provocan la contracción del músculo: actina y miosina.
El punto de unión entre el nervio y el tejido muscular lo constituye la **placa motora**.
Los **tendones** se asemejan a cuerdas inextensibles; son de color blanco y están formados por fibras de colágeno.
Por medio de ellos, los músculos se insertan en el hueso. Cuando el músculo se contrae, tira del hueso por medio del tendón. El **tendón** más grande de nuestro cuerpo es el de Aquiles. A través de éste, los músculos posteriores de la pierna se insertan en el tobillo.

Trastornos de huesos y músculos, y su prevención

La salud de nuestro sistema ósteo-artro-muscular requiere una buena osificación, una correcta nutrición celular y la adopción de posturas corporales adecuadas. Las afecciones relacionadas con él pueden originarse en factores internos y externos.

La importancia de las hormonas

El proceso de osificación, el crecimiento y desarrollo de los huesos está regulado por varias **hormonas**: la *somatotropina* y la *tiroxina*, la *calcitonina* y la *parathormona*, que producen las tiroides y la paratiroides.

La *somatotropina* u **hormona del crecimiento** interviene en la capacidad del organismo de aumentar el número de células y, además, estimula la síntesis de proteínas. Su exceso o alteración determinan dos enfermedades: gigantismo y enanismo.

La *tiroxina*, la *calcitonina* y la *parathormona* regulan el metabolismo celular y la absorción de calcio.

Una vitamina fundamental

La **vitamina D**, que se encuentra en la leche y sus derivados, es fundamental para la absorción y la **fijación de calcio** en los huesos. Pero, además de consumirla, es necesaria la exposición a la luz del sol para asimilarla, ya que ésta la activa.

La falta de **vitamina D** en los niños produce **raquitismo**, una afección que se caracteriza por la mineralización defectuosa de los huesos que provoca la deformación de las extremidades, y el retraso del crecimiento y el desarrollo físico. En los adultos, la falta de esta vitamina produce *osteomalacia*, que aumenta la posibilidad de fracturas por golpes leves.

La osteoporosis

La **osteoporosis** es una afección característica de los desórdenes hormonales durante la menopausia, en las mujeres, aunque es más frecuente cuando hay una predisposición genética. Consiste en la disminución de la sustancia proteica fundamental y la aparición de espacios anormales en los huesos. Se manifiesta mediante dolores en los huesos y una marcada fragilidad ósea que puede ocasionar fracturas espontáneas de los huesos.

Vicios posturales

Las posturas corporales inadecuadas tienen efectos nocivos sobre la columna vertebral, lo que produce innumerables molestias.

• **Aumento de la cifosis dorsal**. Por ejemplo, en las personas que escriben con un teclado durante





El buen funcionamiento glandular permite, sin dudas, el desarrollo de las personas. Pero también es fundamental para el crecimiento una buena alimentación.

Ver *hormonas* en pág. 148

Datos importantes

Los lácteos y sus derivados son una valiosísima fuente de calcio, que no debemos rechazar a ninguna edad. Consumirlos es indispensable, en especial los niños y las personas mayores. También es muy aconsejable que lo hagan las mujeres que ya no menstrúan más (menopáusicas), quienes suelen padecer osteoporosis.

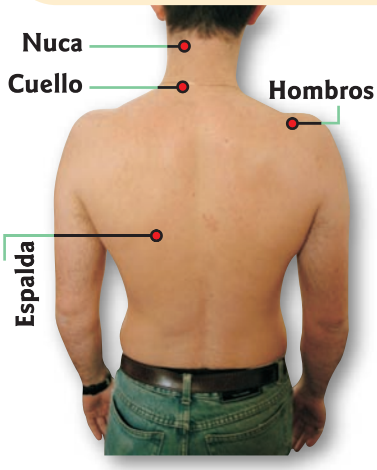
muchas horas, sentadas incorrectamente. Además, para compensar la cifosis, estas personas aumentan la curvatura normal del cuello, lo que se traduce al final del día en contracturas cervicales, dolores de cabeza, náuseas, etc.

- **Aumento de la lordosis lumbar**. Se produce por pararnos mal ("sacando panza"). Es común en las embarazadas, que se echan hacia atrás para compensar el peso de su vientre. Esto trae aparejados molestos dolores de cintura.
- **Escoliosis**. Consiste en la desviación total o parcial de la columna vertebral hacia un costado.

Todos estos vicios posturales se corrigen con ejercicios y, muchas veces, con aparatos especiales, como en el caso de la escoliosis.

El **trabajo físico** fortalece, tonifica y desarrolla la masa muscular; vigoriza el músculo cardíaco, al exigirle una actividad mayor que la normal y favorece, además, la oxigenación de los tejidos. Pero no hay que olvidar que la práctica de ejercicios y deportes debe ser supervisada por un profesional, que indicará lo adecuado para cada organismo; sólo así se podrá mejorar el estado físico y psíquico. No deben realizarse nunca ejercicios por cuenta propia, sin saber si son los indicados para el cuerpo y la edad de cada uno.

Los ligamentos son muy sensibles y, si reciben un brusco estiramiento, se producen torceduras o esguinces, que son muy dolorosos.



Los principales factores de contractura muscular son el estrés y la fatiga. Los puntos más comunes son la nuca, el cuello, los hombros y la espalda.

Las fracturas

Muchas veces, los golpes y las caídas fuerzan hasta el límite la resistencia de los huesos, y producen una **fractura**.

La fractura es la pérdida de la unidad estructural del hueso. Puede ser transversal, oblicua, con varios fragmentos, o con formación de esquirlas o astillas. Cuando no hay rotura de piel, es cerrada. Si la piel se rompe y expone el hueso roto al exterior, se trata de una fractura abierta.

La reparación de la rotura de un hueso consta de varios pasos. Uno de ellos es la formación del callo óseo, que restituye parcialmente la continuidad anatómica entre los fragmentos fracturados.



La fatiga de los músculos

A veces les exigimos a nuestros músculos un trabajo extra, lo que produce fatiga muscular. Ésta se manifiesta generalmente como un **calambre**, que es un dolor intenso, especialmente en los músculos de la pantorrilla. Aparece frecuentemente en bailarines, obreros y deportistas.

En ocasiones, la fatiga muscular es provocada por intoxicación (con alcohol, plomo, barbitúricos) o por arteroesclerosis: ambos trastornos reducen el oxígeno en las fibras musculares.

Los huesos se fortifican con el ejercicio regular. Para que permanezcan sanos, es necesario robustecerlos haciendo trabajar los músculos.





Las malas posturas son causa de numerosas dolencias de la columna.

La asimilación de los nutrientes

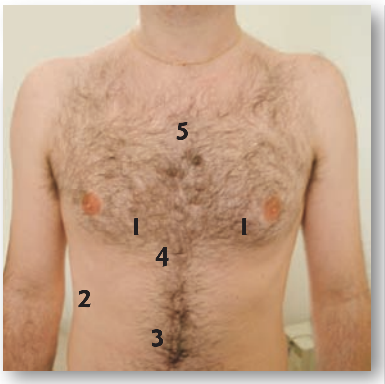
Recorrido y transformación de los alimentos



La digestión de los alimentos es un proceso con muchos recorridos y etapas. En cada una, el alimento que ingresa a nuestro cuerpo se va transformando (casi siempre involuntariamente) como si fuera un producto industrial. De tal modo, que sería imposible reconocer lo que comimos en esos productos finales (si pudiéramos verlos).
Gracias a esta fábrica procesadora que es el tubo digestivo, nuestras células se proveen del combustible necesario para obtener la energía que empleamos para movernos, hablar, trabajar... En fin, para vivir.

El sistema digestivo

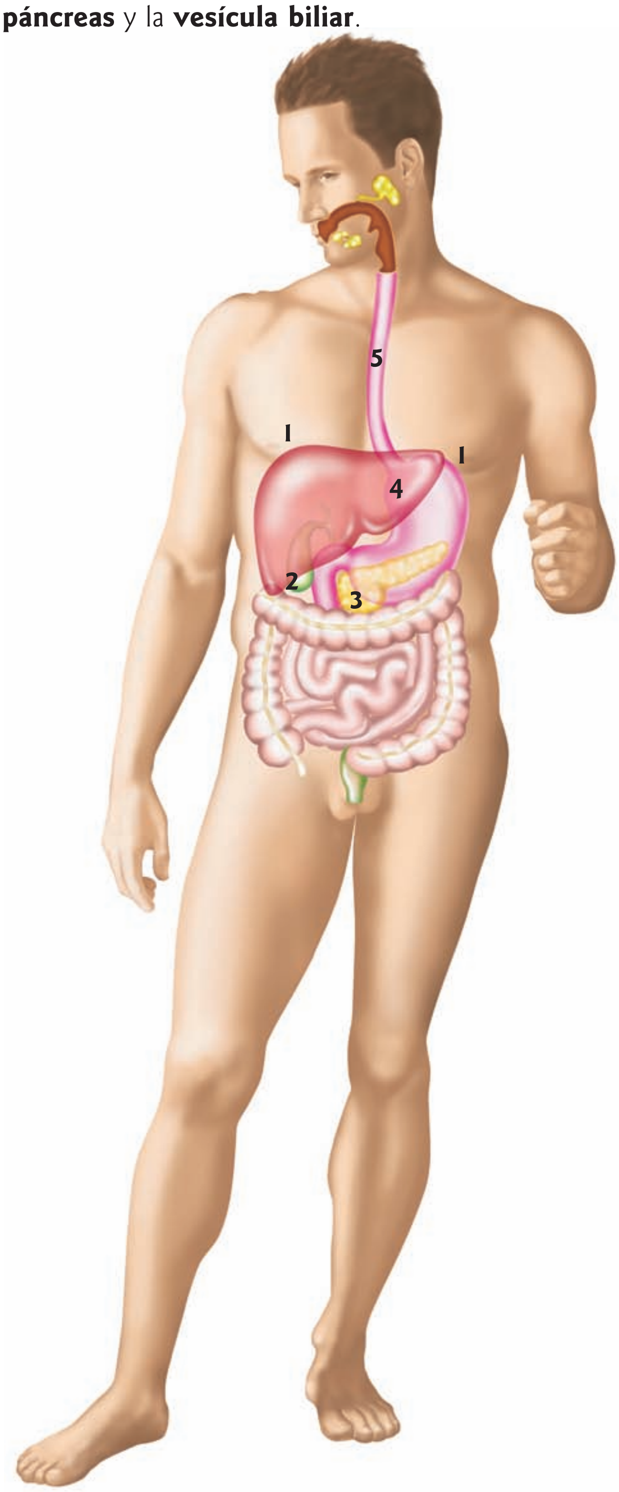
Desde que ingresa por la boca, el alimento realiza un recorrido por el tubo digestivo, donde sufre varias transformaciones. En cada órgano, es tratado mecánica y químicamente por los órganos que conforman el sistema y transformado en sustancias que pueden ser asimiladas por las células del cuerpo.



1. **Cúpula del diafragma y borde superior del hígado**
2. **Fondo de la vesícula biliar**
3. **Cabeza del páncreas**
4. **Agujero difragmático del esófago**
5. **Epigastrio**

Una buena presentación y un aroma agradable de los alimentos estimulan el funcionamiento de las glándulas salivales. La saliva abundante ablanda mejor y más rápidamente los alimentos.

Los órganos del tubo digestivo son: la **boca**, la **faringe**, el **esófago**, el **estómago**, el **intestino delgado** y el **intestino grueso**. Las glándulas anexas son: el **hígado**, el **páncreas** y la **vesícula biliar**.



La boca. Está ubicada en el tramo inicial del tubo digestivo. En su interior se encuentran los dientes, la bóveda palatina, la lengua (que ocupa prácticamente toda la cavidad bucal) y la base bucal, el velo del paladar, el istmo de las fauces y las glándulas salivales (parótidas, sublinguales y submaxilares). Los conductos de las glándulas parótidas desembocan en el vestíbulo, que es la parte que queda por delante de los dientes. En la base del frenillo de la lengua desembocan los conductos de las glándulas sublinguales y submaxilares.

Hígado. Es la glándula más voluminosa del cuerpo. Está ubicada en la parte superior del abdomen, debajo del diafragma. Es de color rojo oscuro y pesa aproximadamente 2 kg. En él se llevan a cabo más de 500 procesos distintos, como los relacionados con la absorción de los alimentos, la regulación de los glóbulos rojos, la depuración de la sangre y la producción de bilis (secreción de color amarillento verdoso).

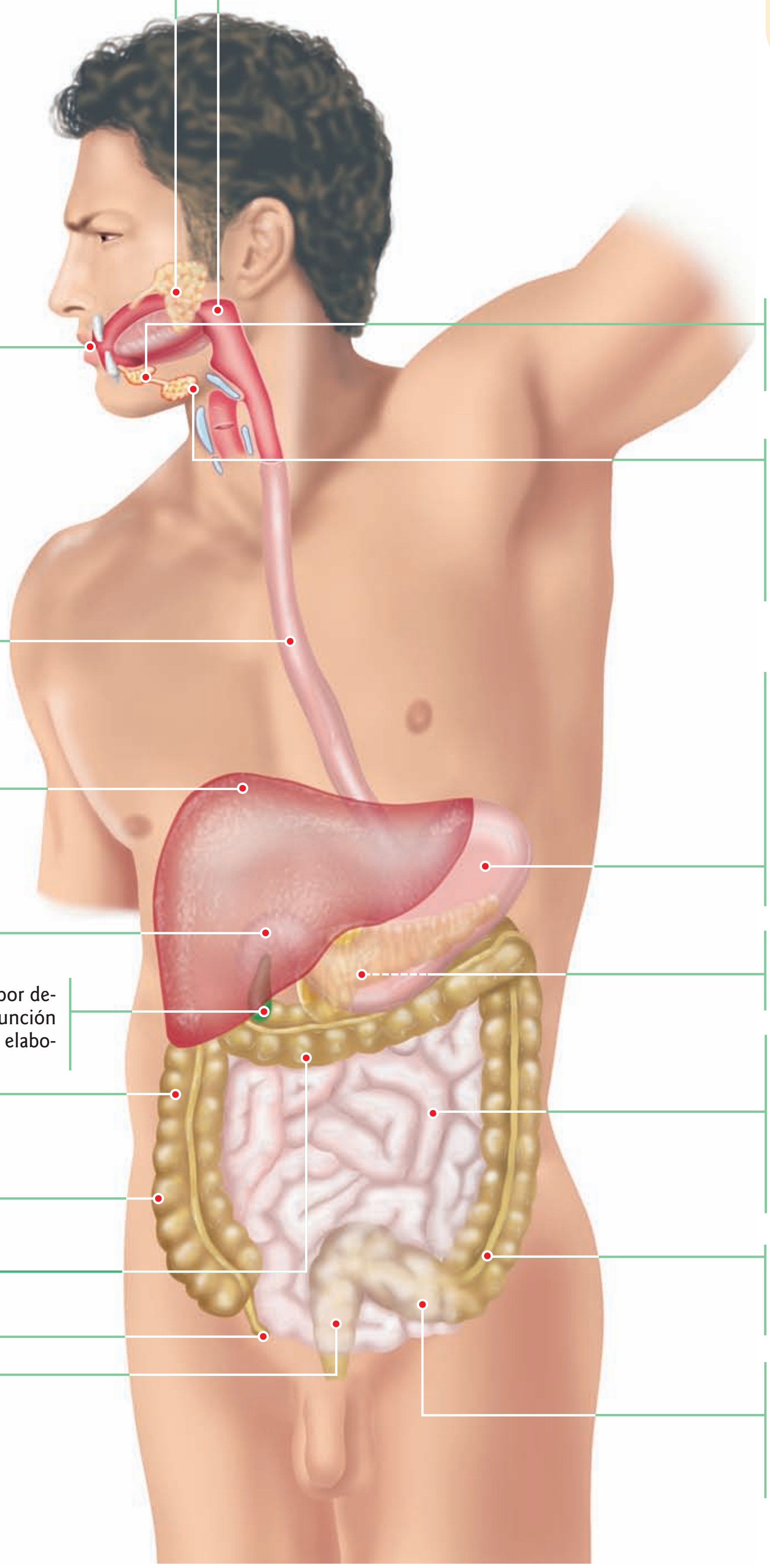
Intestino grueso. Es el segmento correspondiente al trayecto que media entre el ciego y el recto. En él se disponen tres partes básicas y una suplementaria. Lo constituyen el colon ascendente, el colon transverso y el colon descendente.

- **Colon ascendente.** Ubicado entre el ciego y la parte inferior del hígado.
- **Colon transverso.** Situado a continuación del colon ascendente, se extiende hasta el bazo.

Faringe. Órgano ubicado por detrás del paladar; cumple una función mixta: por ella pasan el aire, desde las fosas nasales a la laringe, y el alimento, desde la cavidad bucal hacia el esófago.

Glándulas salivales parótidas. Son glándulas pares. Están ubicadas en cada mejilla, sobre su ángulo, frente a los oídos. Son las más grandes de las glándulas salivales.

Las glándulas salivales son glándulas exocrinas. Pueden inflamarse o irritarse a causa de cálculos, infecciones o tumores.



Glándulas salivales sublinguales. Son pares. Están ubicadas por debajo del piso de la boca.

Glándulas salivales submaxilares. Son pares. Están ubicadas en la parte posterior de la boca, por debajo del maxilar inferior. Su conducto desemboca en el piso de la cavidad bucal, a ambos lados del frenillo.

Esófago. Es un órgano, con forma de tubo, de unos 25 cm de largo. Está ubicado entre los pulmones, por detrás del corazón.

Estómago. Es la porción más dilatada del tubo digestivo. Tiene una capacidad de 1 500 cm cúbicos. Está ubicado por detrás de las costilla, curvado hacia la derecha y hacia atrás. Se encuentra separado del esófago por un anillo muscular llamado *cardias*. La porción inferior se separa del duodeno por otro anillo muscular: el píloro.

Duodeno

Páncreas. Está ubicado por debajo del estómago. Segrega el jugo pancreático.

Vesícula biliar. Se ubica por debajo del hígado y cumple la función de almacenar la bilis que fue elaborada por aquél.

Intestino delgado. Es la porción más larga del tubo digestivo. En él pueden distinguirse dos porciones: la primera, llamada *duodeno*, se extiende desde la finalización del estómago hasta el inicio de la segunda porción, llamada yeyuno-íleon; ésta se prolonga hasta el intestino grueso.

- **Colon descendente.** Ubicado a continuación del colon transverso, hasta la parte superior de la cresta ilíaca.
- **Colon iliopélvico.** Es la última porción del colon descendente (de menor recorrido). En su último tramo cambia de denominación y constituye el recto, que desemboca finalmente en el ano.

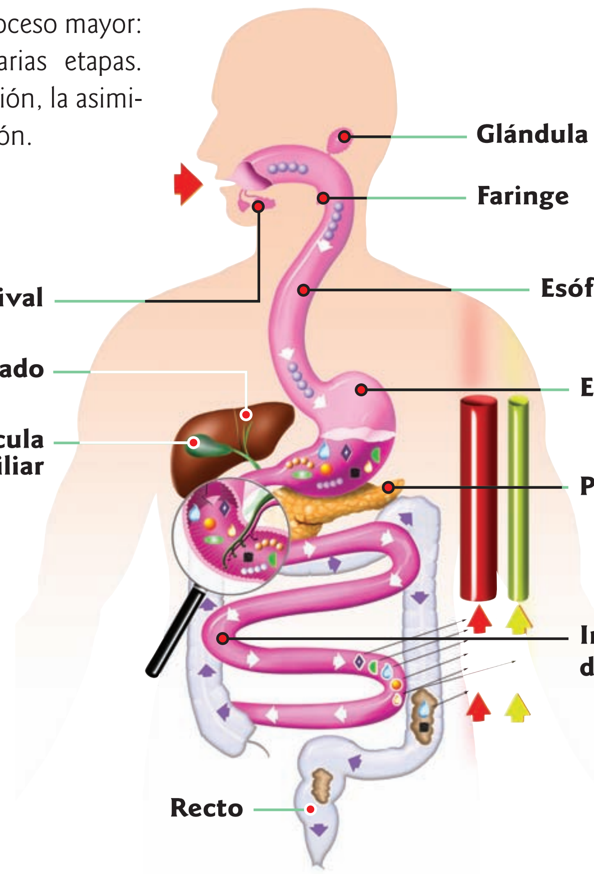
Apéndice

Recto

El proceso de digestión

Para poder asimilar los alimentos, nuestro organismo los convierte en sustancias más simples, que puedan ser absorbidas por las paredes del intestino y de los vasos sanguíneos. De este modo, los alimentos llegan a la sangre para viajar hasta cada célula del cuerpo.

La **digestión** es parte de un proceso mayor: la nutrición, que incluye varias etapas. Ellas son la ingestión, la digestión, la asimilación, la desasimilación y la excreción.





La digestión

Consiste en una reacción química, en la cual los nutrientes cambian de una forma insoluble a una soluble. Soluble significa que los nutrientes están disueltos en agua. Solamente de esta manera, los nutrientes pueden ser absorbidos por la sangre y difundirse a las células del cuerpo. Para ello, las moléculas grandes se transforman en pequeñas.

El proceso de la digestión comienza en la boca. Los dientes, que trituran los alimentos, son piezas fundamentales. Por eso, es importante cuidar la dentadura.



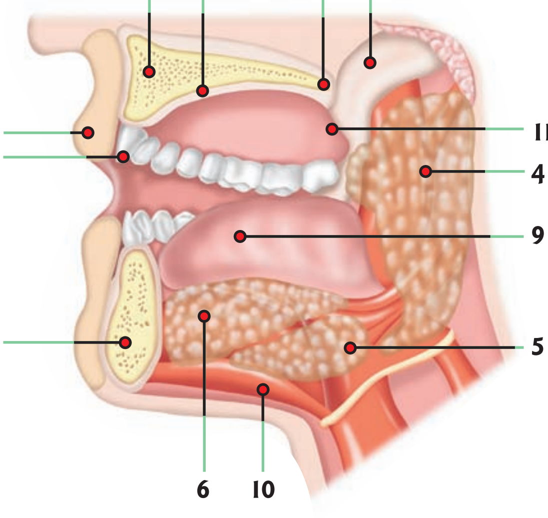
Ingestión	Es el momento en el que se elige, se prepara y se ingiere el alimento.
Digestión	Es el conjunto de procesos físico-químicos por medio de los cuales los alimentos se transforman en sustancias que pueden ser absorbidas por el organismo.
Asimilación (anabolismo)	Es el proceso mediante el cual esas sustancias simples se transforman en sustancias complejas de la materia viva.
Desasimilación (catabolismo)	Consiste en la producción de energía por la oxidación o hidrólisis de algunas sustancias (grasas y glúcidos, principalmente).
Excreción	Es la expulsión al exterior de las sustancias que resultan de la desasimilación.

En la boca

En esta cavidad, los alimentos sólidos son cortados y triturados por los **dientes**. Luego, los masticamos, mientras se mezclan con la saliva (líquido que segregan las glándulas salivales). La **saliva** contiene una proteína denominada *mucina*, que permite englobar las pequeñas partículas de alimento en forma de una pasta suave, llamada **bolo alimenticio**. Éste es empujado fácilmente por la lengua hacia la faringe, mientras que los líquidos que ingerimos pasan directamente a este tramo del tubo digestivo.

La **cavidad bucal** posee seis paredes:

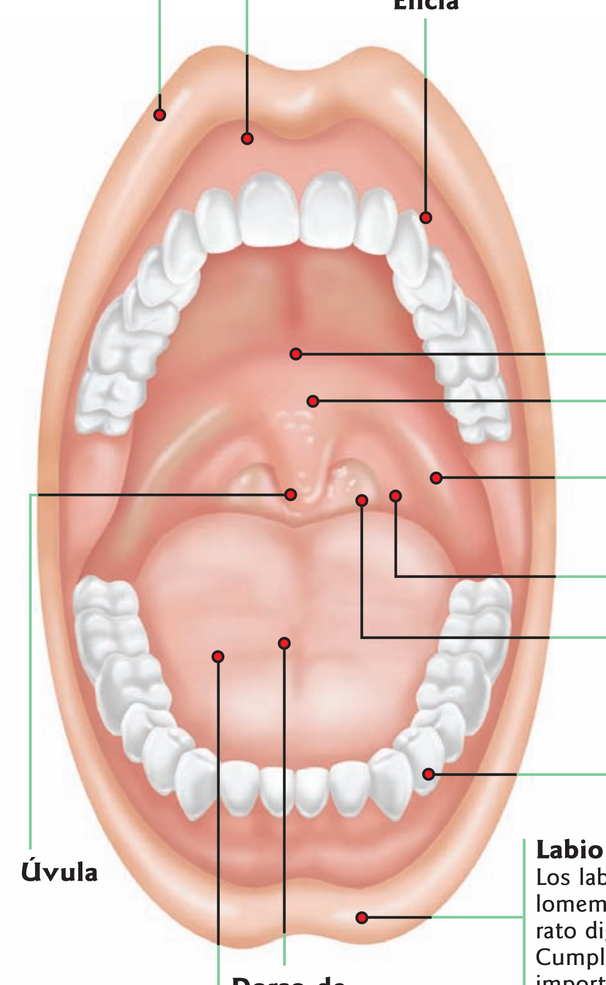
- la anterior, formada por las encías y el paladar duro;
- la posterior (paladar blando o velo del paladar);
- inferior o suelo;
- dos laterales o carrillos.



1. Labios
2. Maxilar superior
3. Paladar duro
4. Glándula parótida
5. Glándula submandibular
6. Glándula sublingual
7. Mandíbula
8. Dentadura
9. Lengua
10. Músculo geniohioideo
11. Velo del paladar
12. Abertura de la trompa de Eustaquio
13. Paladar blando

Ver *dientes* en pág. 64

La saliva contiene también dos enzimas: la amilasa lingual, que inicia el desdoblamiento de las moléculas de almidón en maltosa (un azúcar simple); y la lipasa lingual, que separa los triglicéridos en glicerol y ácidos grasos.



Lengua. Es un órgano muscular que se origina en la base de la boca. Posee una parte superior o dorso, una cara inferior, dos bordes laterales, una base y un vértice que reposa sobre los incisivos inferiores. En su superficie se ubican las papilas gustativas, encargadas de detectar las sustancias químicas que producen los distintos sabores naturales.
Su función es estimular la secreción gástrica, formar el bolo alimenticio y lanzarlo a las primeras porciones de la vía digestiva.

Datos importantes

La **articulación temporomandibular** desempeña un papel fundamental en la masticación. Los **músculos** que generan los movimientos necesarios son el **masetero**, el **temporal**, el **pterigoideo externo** y el **pterigoideo interno**.

Los dientes

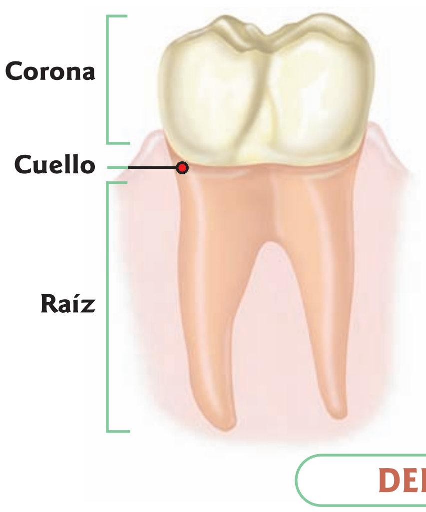
Son piezas duras, que se implantan en los alvéolos de los maxilares y sirven para masticar los alimentos. Cada diente está formado por una **raíz**, que queda cubierta por las **encías**, y una parte externa llamada **corona**, constituida por una capa de sustancia dura, el **marfil**, que recubre otra capa ósea de estructura laminar, el **cemento**. La parte externa del marfil está cubierta por una sustancia que la protege: el **esmalte**.
En su interior se encuentra un espacio ocupado por venas, arterias y nervios, que constituyen la **pulpa dentaria**.

La dentadura permanente de la persona adulta consta de 32 dientes, distribuidos en los dos maxilares. En cada uno hay dos ***incisivos****, un* ***canino****, dos* ***premolares*** *y tres* ***molares****.*
Los ***incisivos*** *cortan los alimentos; los* ***caninos****, los desgarran; los* ***molares*** *y* ***premolares****, los trituran. De acuerdo con su función, presentan diferentes formas.*

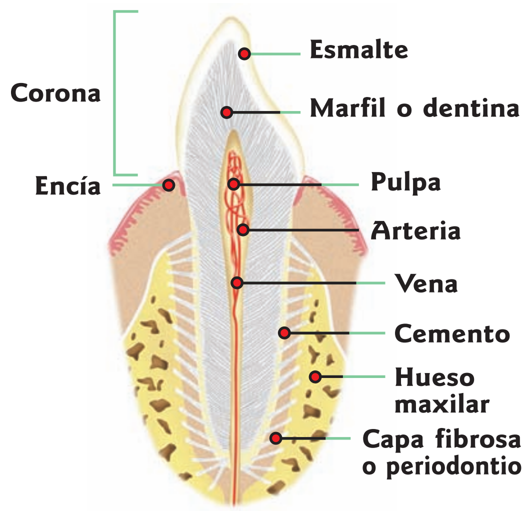
Sección longitudinal de un diente, amplificada.



MOLAR: vista lateral



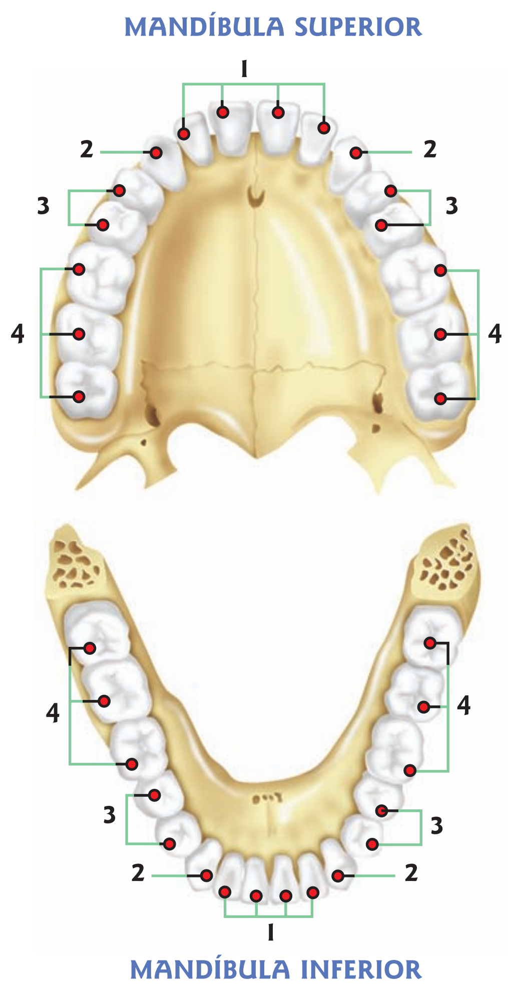
SECCIÓN LONGITUDINAL DE UN CANINO



Alrededor de los 6 ó 7 meses, aparecen los incisivos centrales inferiores. Aproximadamente a los 30 meses, se completa la dentadura de leche con 20 dientes: 2 incisivos, 1 canino y 2 molares de leche por maxilar.



DENTADURA COMPLETA



1. Incisivos
2. Caninos
3. Premolares
4. Molares

En la faringe, el esófago y el estómago

• En la **faringe** y el **esófago**, los alimentos no sufren transformación alguna, ya que estos órganos carecen de jugos digestivos; sólo conducen los alimentos desde la boca hacia el estómago gracias a unas potentes fibras musculares que constituyen su pared y que, al contraerse, provocan los movimientos de avance y de mezcla del alimento.

• En el **estómago**, ocurren **dos tipos de digestión**: la **mecánica** y la **química**. La **digestión mecánica** es realizada por los movimientos peristálticos y de segmentación a cargo de los músculos estomacales, que permiten el desmenuzamiento y el avance del alimento hacia el duodeno, a la vez que los mezclan con los jugos digestivos.

La **digestión química** se realiza gracias al jugo gástrico, cuya secreción obedece a tres causas. Veamos cuáles son.

• **Nerviosa**: las fibras nerviosas actúan sobre las glándulas gástricas de la capa mucosa, que producen la secreción del jugo.

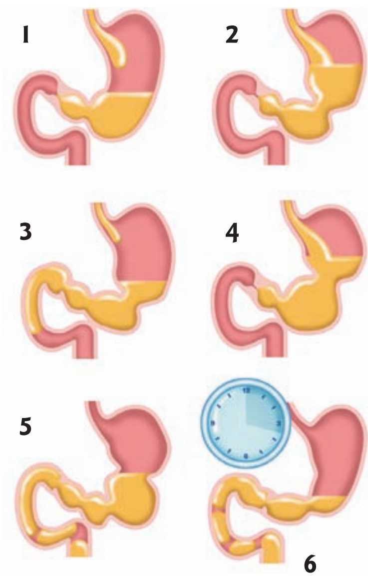
• **Mecánica**: el alimento se pone en contacto con la mucosa gástrica en los movimientos de mezcla y estimula la secreción del jugo digestivo.

• **Química**: el alimento estimula la secreción de una hormona llamada *gastrina*. Esta hormona se encuentra en la sangre que baña el estómago y aumenta la producción del jugo gástrico, que tiene un pH de 2, es decir, ácido.

Como producto de la digestión química y mecánica del estómago, el **bolo alimenticio** se transforma en **quimo** ácido, y así llegará al duodeno.

MOVIMIENTOS DEL ESTÓMAGO

DURANTE LA DIGESTIÓN



1 y 2. El alimento comienza a llenar el estómago, pero el píloro no se abre.

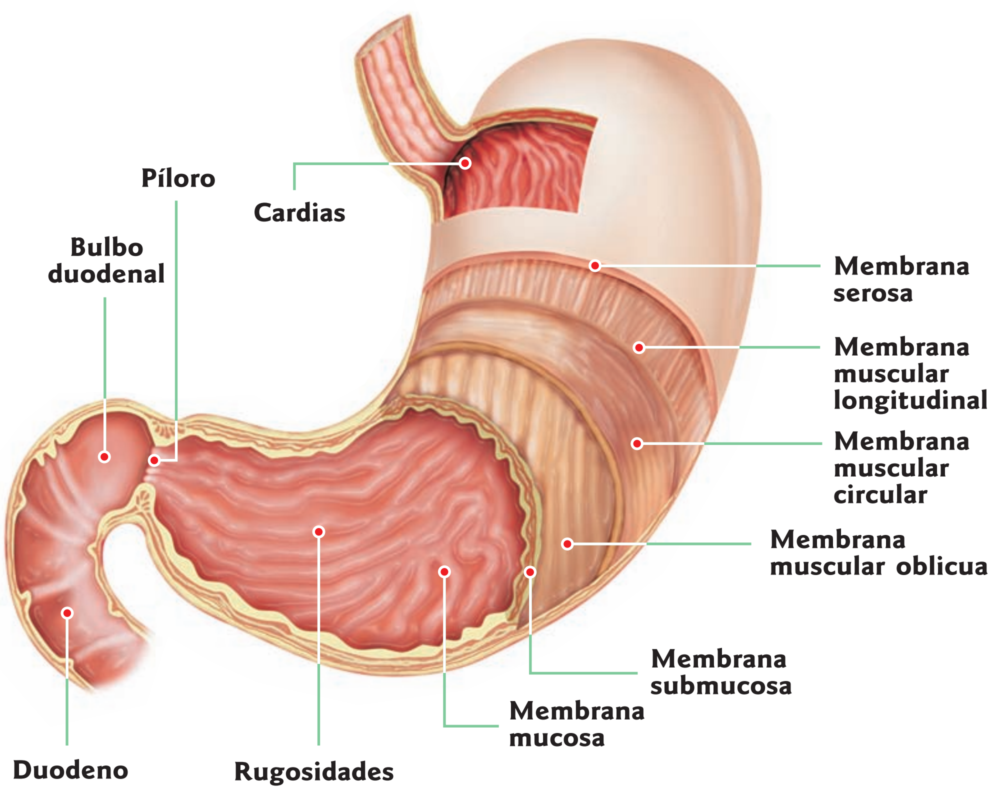
3. El píloro se abre y el alimento pasa al duodeno.

4. El píloro se cierra de nuevo.

5. El quimo se va evacuando en forma intermitente.

6. Al término de 4 horas, el estómago se vacía completamente.

ESTÓMAGO



*El **jugo gástrico** está constituido por diferentes sustancias que cumplen importantes funciones.*

*• **Agua**: ablanda el alimento y facilita el medio acuoso, necesario para que actúen las enzimas.*

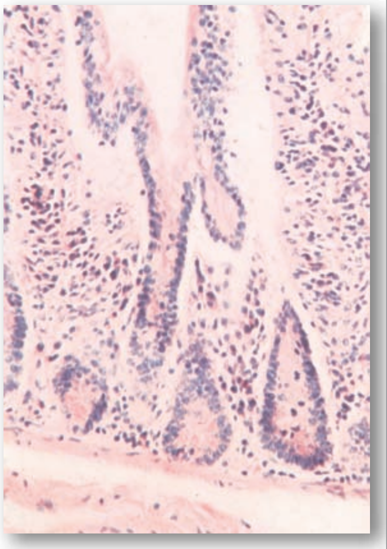
*• **Mucus**: protege las paredes estomacales contra la acción corrosiva del ácido clorhídrico.*

*• **Ácido clorhídrico**: posee una función antiséptica y, además, prepara al medio ácido necesario para que las enzimas puedan actuar.*

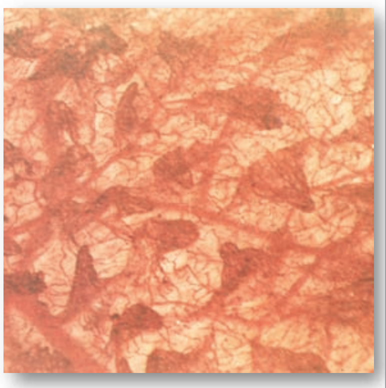
*• **Enzimas**: dentro de las cuales se encuentran las proteolíticas, que son las que actúan sobre las proteínas, tales como la **pepsina**, que transforma las proteínas en polipéptidos, y la **renina**, que actúa solamente sobre la proteína de la leche; es decir, el caseinógeno. También, entre las enzimas se encuentran las **lipasas gástricas**, que sólo actúan sobre la grasa coloidal, es decir, la grasa que se ingiere ya emulsionada; como, por ejemplo, la grasa de la leche, el queso y la mayonesa.*

Ver *úlcera* en pág. 72

Microfotografía donde se observan tres glándulas en la base de las vellosidades del intestino delgado.



Preparación histológica de la mucosa del intestino delgado.



En el intestino delgado

El **intestino delgado** está recubierto en su interior por células secretoras de *mucus*, que lo protegen de la acidez del **quimo** estomacal. El alimento que se encuentra en la luz del intestino provoca un acto reflejo que inicia inmediatamente la contracción del músculo. Este **peristaltismo** hará avanzar el alimento al intestino grueso.
El intestino delgado se divide en dos porciones: el **duodeno** (1) y el **yeyuno íleon** (2).
El **duodeno** recibe las secreciones del **hígado**, de la **vesícula biliar** (3), la **bilis**, y del **páncreas** (4), el **jugo pancreático**.
La digestión descripta hasta ahora, que tiene lugar en el duodeno y en el yeyuno íleon, corresponde a la **digestión química**; pero también hay **digestión mecánica**, al igual que en todos los órganos que componen al aparato digestivo.
El **quimo** procedente del estómago, al recibir las secreciones intestinales y las de las glándulas anexas, se transforma en el **quilo**.
Cabe aclarar que es en el **yeyuno íleon** (2) donde, una vez finalizada la digestión química de los alimentos, se separan las sustancias útiles de las de desecho. Las primeras serán absorbidas por unas microscópicas prolongaciones en forma de dedo, que revisten al yeyuno íleon. Son las **vellosidades intestinales** (5), cada una de las cuales, a su vez, está recorrida por prolongaciones citoplasmáticas llamadas *microvellosidades*. De esta forma, se produce la **absorción de los alimentos** transformados en quilo, cediéndolos a la sangre (6). A su vez, las sustancias de desecho siguen su camino hacia el intestino grueso, donde formarán las heces o materia fecal.

Entre las **enzimas que componen el jugo pancreático**, se encuentran:

TRIPSINA
Actúa sobre los polipéptidos, transformándolos en dipéptidos.

AMILASA PANCREÁTICA
Actúa sobre los polisacáridos no digeridos en la boca, transformándolos en disacáridos.

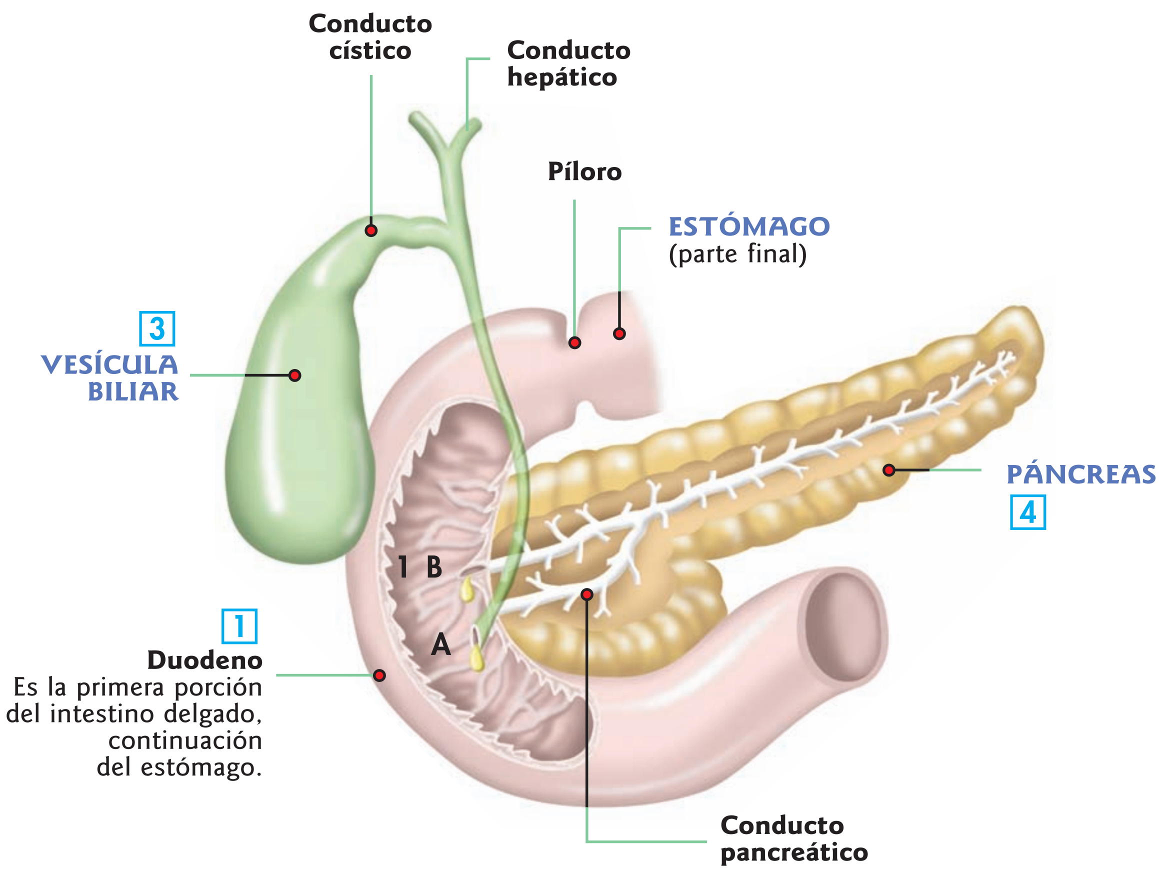
LIPASA PANCREÁTICA
Actúa sobre los lípidos, transformándolos en ácidos grasos y glicerol.

Las enzimas que intervienen en el **yeyuno íleon** son:

EREPSINA
Transforma los dipéptidos en monopéptidos o aminoácidos.

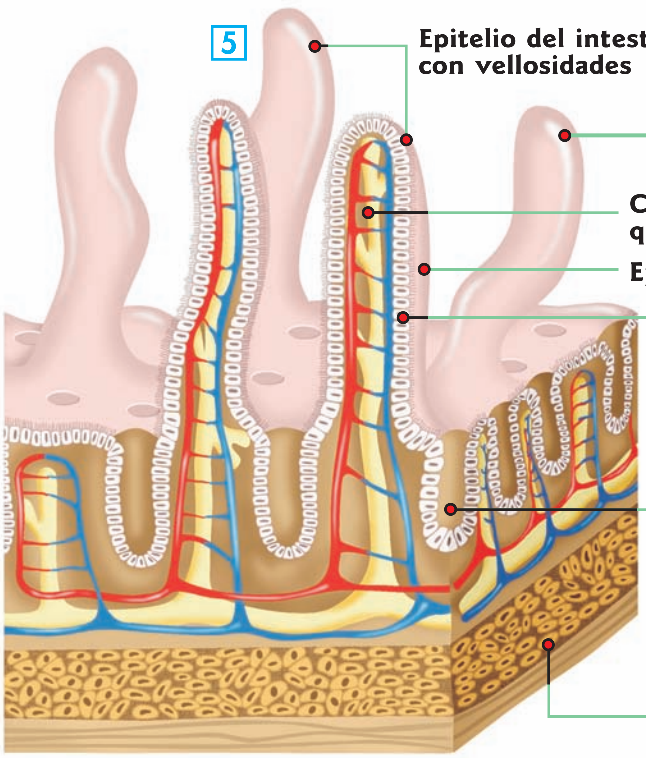
LIPASA INTESTINAL
Transforma los lípidos no digeridos en el duodeno en ácidos grasos y glicerol.

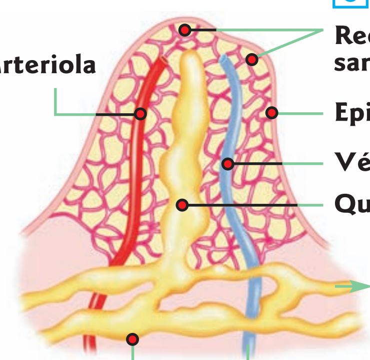
DISACARIDASAS
Transforman los disacáridos en monosacáridos.



A- La bilis, producida en el hígado y almacenada en la vesícula biliar, no contiene enzimas y trabaja a la manera de un detergente: emulsiona las grasas que se ingieren no emulsionadas, y las fragmenta en gotitas, lo cual favorece la ulterior acción de las lipasas (enzimas que actúan degradando los lípidos).

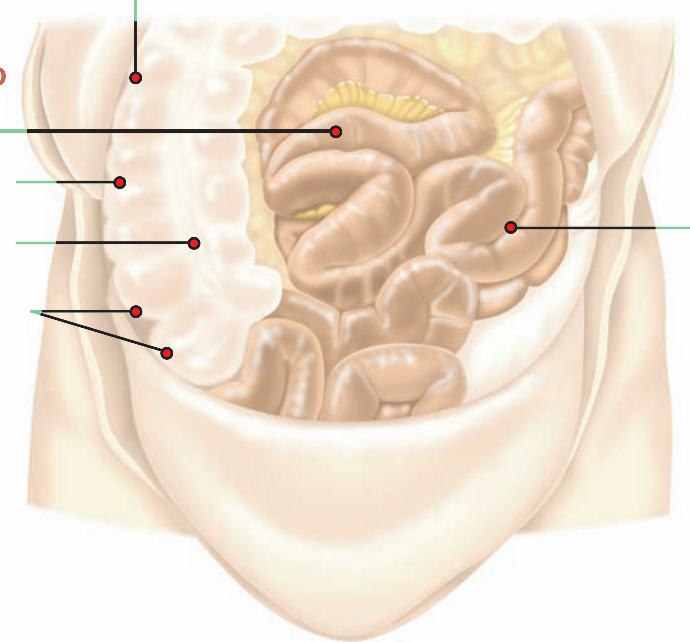
B- El jugo pancreático es un líquido alcalino, una mezcla de agua, bicarbonato de sodio (que neutraliza la acidez del quimo) y enzimas.





INTESTINO GRUESO

Su extensión es de, aproximadamente, 1.50 m. Su calibre es de 7 a 8 cm en el colon ascendente y unos 3 cm en el ano. Está recorrido por unas fajas musculares longitudinales y, a ambos lados, hay unas protuberancias separadas por surcos transversales.
Sus paredes poseen numerosas y voluminosas glándulas de Lieberkühn, que segregan jugo intestinal.



2

Yeyuno íleon

Es la continuación del duodeno. Tiene la forma de un tubo de 3 a 5 cm de diámetro y 2.6 m de longitud, aproximadamente. Presenta asas y pliegues que ocupan gran parte de la cavidad abdominal. Posee glándulas de Brünner, que segregan jugo intestinal.

Ver difusión facilitada en pág. 21

¿Cómo se produce la absorción intestinal?

- Los **monosacáridos** y los **aminoácidos** atraviesan el epitelio intestinal gastando energía, (transporte activo) y pasan a los capilares sanguíneos, que los llevarán al hígado, donde se almacenarán hasta cuando se necesiten o se transformarán en sustancias nuevas.
- Los **ácidos grasos** y el **glicerol** atraviesan el epitelio intestinal por **difusión facilitada**, es decir, **sin gastar energía**; y pasan al quilífero central —vaso del sistema linfático— que los llevará a la sangre, pero sin pasar por el hígado.
- El **agua** pasa por **ósmosis**, es decir, **sin gastar energía**.

La cantidad de glucosa en sangre es constante, debido a que hay un equilibrio entre el glucógeno hepático y la glucosa en sangre. Ante cualquier alteración de esta relación, el organismo reacciona, para tratar de que el equilibrio se recupere nuevamente.

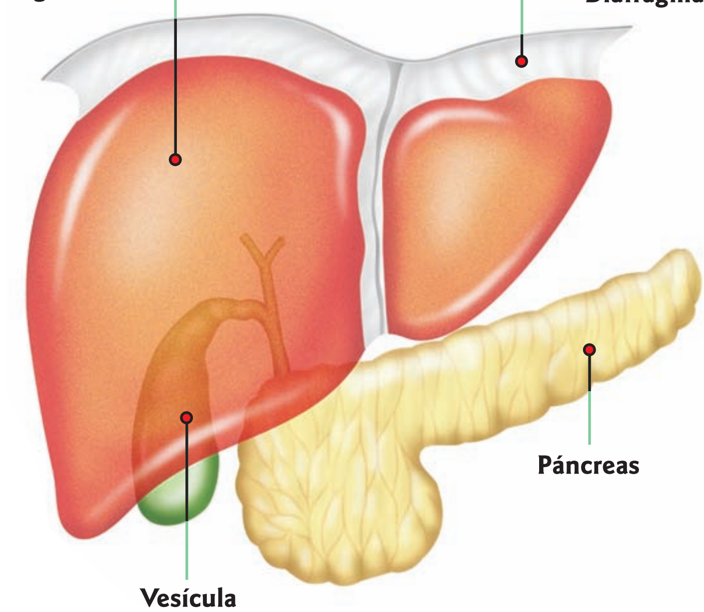
Ver *vena porta* en pág. 95

Ver *riñón* en pág. 108

La acción del páncreas y del hígado

Los alimentos absorbidos son llevados al **hígado** por la **vena porta**. En el hígado, las sustancias absorbidas sufren diferentes fenómenos de acuerdo con sus características.

- La **glucosa** se transforma en **glucógeno hepático**, que es un polisacárido de reserva. El glucógeno se almacena y se transforma en **glucosa**, que el organismo emplea cuando lo requiere. Para que la glucosa se transforme en glucógeno, es necesaria una hormona pancreática: la **insulina**. Para que el glucógeno se transforme en glucosa, es necesaria otra hormona pancreática: el **glucagón**.
- Los **aminoácidos**, al llegar al hígado, se transforman. El **grupo amino** se convierte en **amoníaco** o **urea**. Como estas sustancias son tóxicas para el organismo, son transportadas al **riñón** para ser eliminadas. El **grupo carboxilo** de los aminoácidos se convierte en **grasa** o **hidratos de carbono**.
- En el **hígado**, los **ácidos grasos** y el **glicerol** reconstituyen las grasas. La sangre transporta la grasa coloidal a los depósitos, que son el tejido adiposo subcutáneo, el corazón y los riñones.



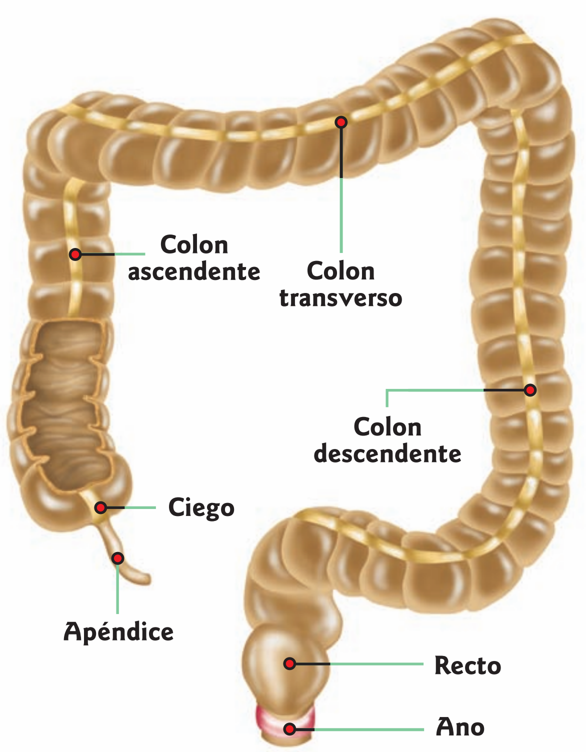
En el intestino grueso pueden diferenciarse cuatro zonas: el colon ascendente, el colon transverso, el colon descendente y el recto. La primera porción del colon ascendente es el ciego.

Lo que ocurre en el intestino grueso

La porción final del tubo digestivo está constituido por el **intestino grueso**, un tubo de 1,50 m de largo que se continúa con el intestino delgado, con el cual se comunica por medio de la **válvula ileocecal**. Aquí tiene lugar la última etapa en el camino de los alimentos: continuará la absorción de agua y de iones minerales presentes en el **quilo**, que comenzara en el tracto anterior.

En el **colon**, se alojan las bacterias *simbiontes*, que constituyen la flora intestinal, que se desarrolla también en el intestino delgado. Dicha flora actúa sobre los alimentos que aún no pudieron ser digeridos, con lo cual se obtienen algunos **aminoácidos** y **vitaminas**, como la **vitamina K**, indispensables para la coagulación sanguínea. Como consecuencia del metabolismo de la flora intestinal, se produce el gas *metano*, que se elimina por medio de las flatulencias.

Gracias a la absorción de agua, el contenido del intestino se hace cada vez más sólido, hasta formar la **materia fecal**, constituida por *agua*, *bacterias*, *células muertas*, *celulosa* y otras sustancias indigeribles. El color marrón se debe a la *estercobilina*, pigmento originado por el metabolismo de la hemoglobina.



*Además de reabsorber agua y formar las heces o materia fecal, el intestino grueso segrega **mucus** a nivel del colon, para lubricar el desplazamiento de las heces al recto y su posterior expulsión a través del **esfínter anal**.*

Los alimentos que necesitamos

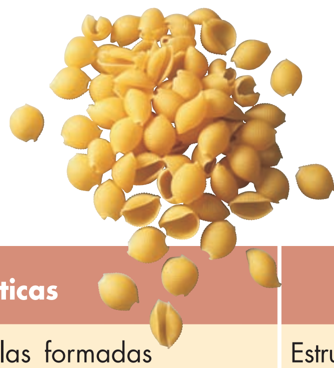
La alimentación humana promedio incluye alimentos de distintos orígenes: **mineral** (agua y sales minerales), **vegetal** (frutas, legumbres, hortalizas, etc.) y **animal** (carnes rojas y blancas). No podemos dejar de alimentarnos, porque comenzaríamos a sentir una sensación que se haría cada vez más desagradable, una mezcla de hambre y debilidad que aumentaría con el tiempo.
A través de los alimentos, incorporamos los nutrientes necesarios para proveer la energía que requiere nuestro organismo para cumplir con las funciones vitales, así como los materiales para el crecimiento y el mantenimiento del organismo.
Los **nutrientes** son sustancias orgánicas que pertenecen a tres grupos: **proteínas**, **hidratos de carbono** y **grasas**, las cuales, luego de haber sufrido transformaciones químicas a lo largo del tubo digestivo, pasarán a la sangre, encargada de conducir los productos de la digestión a las distintas células del cuerpo.
Con los alimentos también incorporamos sustancias que el cuerpo es incapaz de sintetizar, como las **vitaminas**, los **minerales**, los **aminoácidos** y **ácidos grasos esenciales**; también incorporamos antioxidantes, que retrasan el envejecimiento celular.
En conclusión, podemos decir que todo alimento puede tener una función energética (aporta energía), plástica (provee materia prima) y también reguladora (regula algún proceso metabólico).











Sustancia	Porcentaje	Características	Funciones
Proteína	13 a 15 %	Macromoléculas formadas por aminoácidos. Se encuentran en las carnes, los lácteos, las legumbres, la claras de huevo y los cereales.	Estructural: forman parte de todo el organismo. Por ej.: queratina del pelo, colágeno del cartílago. Contráctil: actina y miosina. De transporte: hemoglobina. Catalizadora: enzimas
Lípidos	10 a 13 %	Moléculas no poliméricas insolubles en agua. Por ej, ácidos grasos, fosfolípidos, esteroides. Se encuentran en los aceites vegetales, las grasas animales y algunas legumbres.	Energética y estructural
Glúcidos o hidratos de carbono	2 %	Moléculas monoméricas o poliméricas solubles en agua, como las pentosas, las hexosas, los disacáridos y los polisacáridos. Se encuentran en el azúcar común, el arroz, las papas, etc.	Energética y de reserva
Agua	70 %	Solvente universal con alto punto de fusión y ebullición, y gran capacidad de absorción de calor.	Disolver sustancias para que puedan entrar, circular y salir del organismo.
Minerales	2 a 5 %	Se encuentran en el grupo *hemo* de la hemoglobina. Por ej: calcio, cobre, hierro, etc.	Reguladora: mantiene la presión osmótica.

Los cereales constituyen el alimento básico de la sociedad. Su valor nutritivo radica en su primer componente: el almidón (un 70 % del peso total). También tienen agua, proteínas, lípidos, celulosa, vitaminas del grupo B y sales minerales.



El pescado tiene un 20 % de proteínas, de 10 a 20 % de lípidos, sales minerales, como calcio y hierro, y vitamina A, B1, B2 y PP.



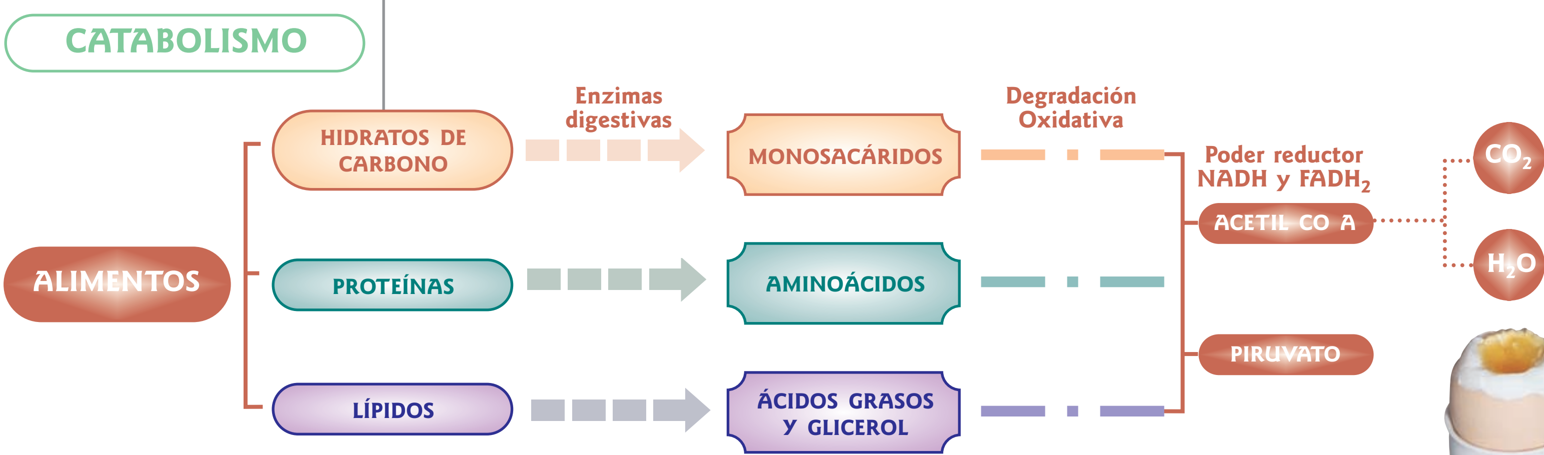
El metabolismo de los alimentos

Las frutas son pobres en vitaminas y en grasas. Contienen entre un 5 y un 20% de azúcares (glucosa, fructosa, sacarosa, almidón, pectina, celulosa) y sales minerales (potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre).

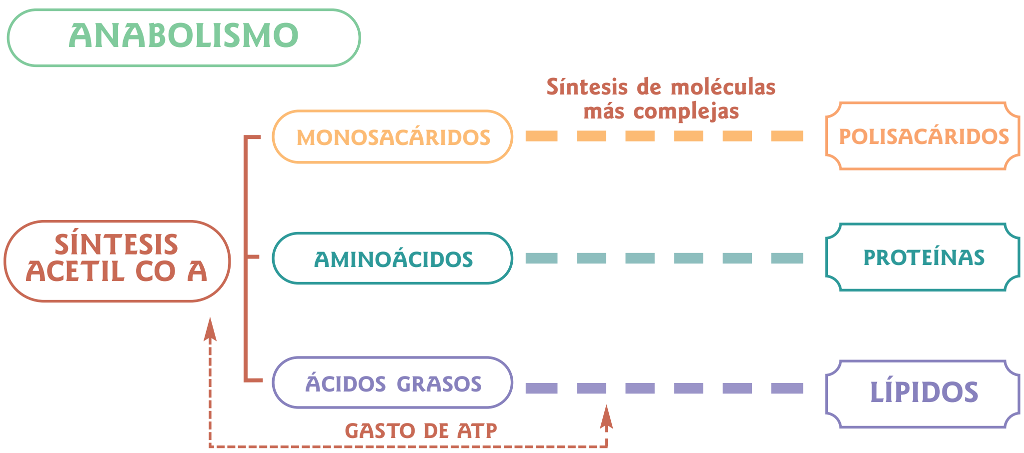


El conjunto de **reacciones químicas** que intervienen en la obtención de energía por parte de los organismos vivos se denomina **metabolismo**. Se pueden diferenciar dos reacciones metabólicas distintas: el **catabolismo**, en el cual **los compuestos químicos se descomponen** o **degradan**, **y liberan así la energía almacenada**; y el **anabolismo**, en el que, por el contrario, **la energía es incoporada y utilizada en la síntesis de sustancias más complejas**. Generalmente, en las reacciones anabólicas, los compuestos químicos se oxidan (pierden electrones) y en las catabólicas se reducen (ganan electrones). Las **reacciones químicas del catabolismo son exergónicas** (liberan energía), y **las del anabolismo**, **endergónicas** (requieren energía). Las fermentaciones y la respiración celular son ejemplos de procesos catabólicos, y la fotosíntesis y la síntesis de proteínas son procesos anabólicos.

En los organismos vivos, simultánea y constantemente, tienen lugar procesos de síntesis y de degradación moleculares, que se acoplan entre sí. Los electrones ricos en energía ganados en las reacciones catabólicas son transferidos a moléculas aceptadoras de electrones, el NAD+ (nicotinamina adenina dinucleótido) y el FAD+ (flayina adenina dinucleótido), las que se convierten, en consecuencia, en NADH y FADH. Es decir, si una molécula ganó electrones, es porque otra los perdió.
Una sustancia alimenticia, cuando entra a la célula, experimenta una gran cantidad de reacciones químicas entrelazadas, que constituyen una **ruta metabólica**. Estas secuencias ordenadas pueden ser lineales (vías metabólicas) o cíclicas (ciclos metabólicos).
El siguiente esquema representa un **mapa metabólico** con las reacciones de los principales nutrientes.







Se sintetiza acetil coenzima A, llamada Acetil Co A, que sirve como precursor para sintetizar monosacáridos, ácidos grasos y aminoácidos. Éstos sintetizan moléculas más complejas (polisacáridos, proteínas y lípidos). Todo esto se realiza con gasto del ATP formado en el catabolismo.



Los alimentos incorporados durante la alimentación son degradados por las enzimas digestivas en sus componentes más simples (aminoácidos, ácidos grasos y monosacáridos). Éstas pasan al citoplasma, donde se forma por reacciones de oxidación de dos metabolitos: el piruvato y el acetil coenzima A. Este último completa la oxidación hasta obtener CO_2 y H_2O. En esta etapa se forma la mayor parte de la energía almacenada en el ATP. El resto de la energía se pierde como calor.

Trastornos del sistema digestivo

La mala alimentación, factores hereditarios, el estado emocional y el estrés son algunas de las causas de los problemas que afectan los órganos de la digestión, la asimilación y la excreción de los nutrientes.

Enfermedades de los dientes

La **caries** consiste en una perforación del esmalte y del marfil de la corona, que puede prolongarse hasta la pulpa dentaria y facilitar la infección de la raíz.

Ciertos alimentos favorecen la formación de caries, particularmente los dulces.

La **enfermedad periodontal** es una infección bacteriana de las encías, el hueso y los ligamentos, que soportan y fijan el diente al maxilar. Las bacterias que habitan en la boca forman una placa que se adhiere a los dientes: la placa bacteriana. Producen toxinas que atacan las estructuras mencionadas.

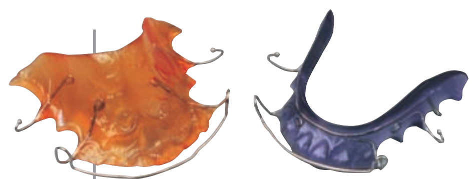
Las enfermedades periodontales más comunes son la **gingivitis** y la **periodontitis**.

La **gingivitis** es la inflamación de la encía producida por una acumulación de residuos entre los dientes. Se previene con una buena limpieza diaria de la dentadura.

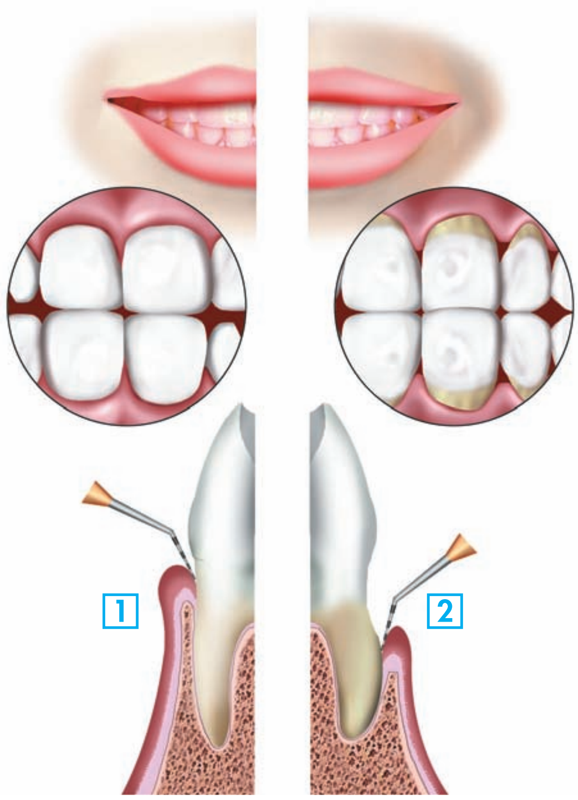
La **periodontitis** puede ser moderada o severa. A medida que avanza, las encías se separan del diente y forman sacos o bolsas, que se van haciendo más profundas a medida que se destruye el hueso. Allí se incrementa la cantidad de placa bacteriana.

Algunos síntomas de la periodontitis son:

- encías sangrantes y de color rojo;
- abscesos, formación de pus;
- pérdida de hueso;
- dolor.



La implantación adecuada de los dientes es un factor de salud bucal. La ortodoncia permite corregir los defectos de alineación, tan importante en el momento de cortar y triturar los alimentos.

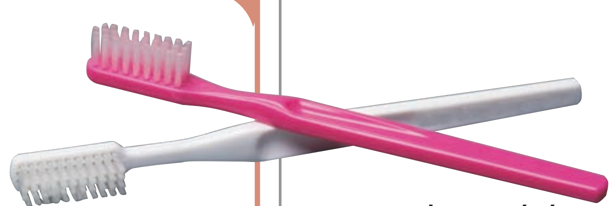


1. Dentadura sana.
2. Dentadura con periodontitis.

Factores que contribuyen a la enfermedad periodontal

La respuesta inmunitaria a la placa dental puede disminuir a causa de:

- higiene deficitaria;
- prótesis inadecuadas;
- arreglos dentales mal hechos;
- mala alineación de los dientes al morder;
- cambios hormonales debido al embarazo, la menstruación o la menopausia;
- dieta;
- enfermedades (diabetes, por ejemplo);
- medicamentos.



La correcta higiene de los dientes es fundamental para evitar enfermedades de las encías.

Características de la anorexia nerviosa

- Rechazo a los alimentos, asociado o no a la ingesta de laxantes.
- Baja autoestima, alta autoexigencia.
- Imagen distorsionada del cuerpo.
- Peso debajo de lo normal y desnutrición.
- Interrupción de la menstruación, trastornos del sueño y de la conducta.

Características de la bulimia

- Ingesta excesiva de alimentos, seguida por un sentimiento de culpa que lleva a provocar el vómito y tomar laxantes.
- Baja autoestima y sentimiento de culpa por comer demasiado.
- Silueta normal o exceso de peso.
- A causa de los vómitos, se originan inflamaciones de la mucosa digetiva.

*La **cirrosis** y la **hepatitis** son dos de las principales patologías que afectan el funcionamiento del hígado.*

El estrés y el cigarrillo son dos factores que aumentan los síntomas de la úlcera gástrica.



El principal tratamiento para prevenir la enfermedad periodontal es la educación de las personas en los métodos efectivos para la higiene bucal y la remoción de la placa.

Enfermedad por reflujo gastroesofágico

Se define como **reflujo patológico** aquel que es capaz de producir síntomas o inflamación del esófago endoscópica o histológica. La existencia de regurgitación ácida aumenta, con frecuencia, tras la ingesta y con el decúbito, y se alivia con alcalinos. Los síntomas más frecuentes son *eructos, dolor epigástrico, náuseas, hipo, disfagia*, etc. El tratamiento depende de la gravedad del caso en particular. En casos leves, no complicados, el tratamiento dietético y, particularmente, asociado a la toma de antiácidos suele ser suficiente. Además, hay que evitar el alcohol, el chocolate, el tabaco y las grasas. Una de las complicaciones más frecuentes es la ***úlcera péptica*** y la *hemorragia*.

Gastritis

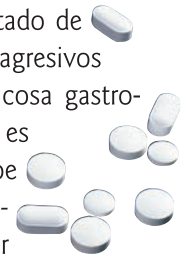
Es cualquier inflamación de la mucosa gástrica, y se caracteriza por una lesión o erosión superficial de la mucosa que cubre la cavidad interna del **estómago**.

Úlcera gástrica

Se produce cuando la capa de mucus es escasa o la secreción del jugo gástrico es abundante y el ácido clorhídrico corroe las paredes estomacales desprotegidas. Si la úlcera avanza, puede afectar a un vaso sanguíneo, provocar hemorragias y hasta erosionar por completo la pared estomacal. Las lesiones, tanto de la gastritis como de la úlcera gástrica, pueden predisponer a contraer cáncer de estómago y, al parecer, los casos crónicos de ambas están correlacionados con la presencia de la bacteria *Helicobacter pylori*. Por otra parte, algunos tipos de gastritis y de úlceras se asocian con el estrés emocional y un consumo elevado de ciertos medicamentos.

Úlcera péptica

Es una enfermedad de origen multifactorial, que se caracteriza por la lesión localizada y, en general, solitaria de la mucosa del estómago o del duodeno. Se considera el resultado de un desequilibrio entre los factores agresivos y los factores defensivos de la mucosa gastroduodenal. El síntoma más frecuente es el **dolor abdominal**, que se describe como *ardor, dolor corrosivo* o *sensación de hambre dolorosa*. El dolor suele presentar un ritmo horario relacionado con la ingesta. Raras veces aparece antes del desayuno, sino que suele hacerlo entre 1 y 3 horas después de las comidas y, por lo general, cede con la ingesta de alimentos o alcalinos.



Entre sus complicaciones, se hallan la hemorragia digestiva, la estenosis pilórica, etc.
El tratamiento tiene como objetivo el alivio de los síntomas, la cicatrización de la úlcera, y la prevención de recidivas sintomáticas y de las complicaciones.

Colon irritable

Consiste en un conjunto de síntomas, entre ellos dolor e inflamación abdominal, que se relaciona con los estados de ansiedad y con la tensión nerviosa.

La desnutrición es una de las primeras causas de mortalidad infantil.



Obesidad o hipernutrición	Desnutrición	Bulimia y anorexia nerviosa
• Trastorno causado por la ingesta exagerada de alimentos. • Causas: desequilibrio de tipo psicológico u hormonal. • Una persona se considera obesa cuando presenta un sobrepeso del 15 al 20% en relación con lo esperado según su sexo y su edad. • Consecuencias: enfermedades cardiovasculares, cálculos, hipertensión, etc.	• Trastorno causado por la ingesta deficitaria de distintos alimentos. • Consecuencias: enfermedades físicas y psicológicas. • Causas: generalmente, de origen socioeconómico.	• Son trastornos alimentarios que se caracterizan por un temor patológico a la obesidad. • Causas: generalmente, psicológicas. • Consecuencias: trastornos físicos y psicológicos.

La respiración humana

Llave de la energía



No podemos vivir sin respirar… oxígeno.
Este gas es tan necesario como los alimentos que ingerimos, o que requiere nuestro cuerpo.
Uno de los sistemas de nuestro organismo está especializado para captar este gas, que forma parte del aire: el sistema respiratorio.
Pero la respiración no se agota en esa función, ya que hay otros procesos asociados a ella, como el transporte del oxígeno a cada célula del cuerpo y la eliminación del dióxido de carbono, producto de la oxidación de los alimentos.

El sistema y sus órganos

La respiración es una actividad inconsciente, pero involucra diversos músculos, órganos y huesos de nuestro cuerpo. Gracias a ella, el cuerpo obtiene oxígeno, elemento esencial para los seres vivos, ya que es el elemento que oxida los nutrientes y permite la liberación de la energía que necesitamos para vivir.

Ver *respiración* en pág. 78

Cuando estamos en el agua, instintivamente procuramos que ésta no ingrese a los tubos aéreos.



La **respiración** es la función mediante la cual los seres vivos (unicelulares y pluricelulares) toman oxígeno del medio que habitan y dejan en él dióxido de carbono, que resulta de la actividad celular. Ya vimos que la mayor parte de la energía necesaria para vivir proviene de las reacciones químicas que tienen lugar en las células. Para que esto sea posible, los seres humanos poseen un sistema respiratorio más complejo que otros (debido al número considerable de células que forman su organismo), asociado, además, con el sistema que permite el transporte de oxígeno y gas carbónico hasta las células: el **sistema circulatorio**. El aire atmosférico, rico en **oxígeno**, penetra en los pulmones, en cuyos alvéolos se produce el pasaje de este gas a la sangre. Y el **dióxido de carbono**, producto de desecho de las células, que transporta la sangre pasa a los pulmones para ser expulsado.

ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA RESPIRATORIO

Está constituido por dos estructuras:

- PULMONES Y ÁRBOL BRONQUIAL
- TUBOS ÁEREOS Y CAJA TORÁCICA

Los órganos del sistema respiratorio también llevan a cabo funciones anexas: la fonación, el olfato, la regulación de la temperatura corporal mediante la difusión de calor durante la respiración, la excreción de determinados gases, y la regulación del equilibrio ácido-base y de la presión sanguínea.

Faringe. Es un conducto de unos 14 cm de largo que se comunica con las fosas nasales, la cavidad bucal, la laringe, el esófago y, a través de las trompas de Eustaquio, también con el oído medio. Desde la faringe, el aire es dirigido hacia la tráquea por los movimientos de los músculos y las fibras elásticas.

Fosas nasales. Son dos cavidades simétricas entre sí, situadas debajo de la fosa cerebral anterior, entre las cavidades orbitarias y los maxilares superiores, y por encima del paladar. Ambas fosas nasales se hallan separadas por un tabique óseo-cartilaginoso.

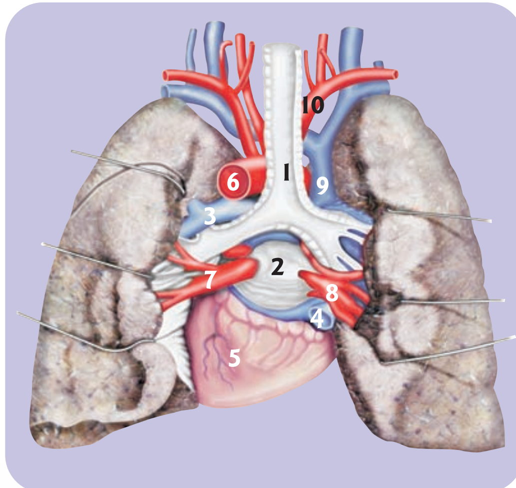
Laringe. Es un órgano impar, situado en la línea media del cuello, por delante de la faringe, arriba de la tráquea, con la que se continúa, y por debajo del hueso hioides, que constituye uno de sus medios de sostén. Mide de aproximadamente 4 cm de longitud y es el **órgano de la fonación**.

Tráquea. Es un órgano que sigue a la laringe, de unos 12 cm de largo. Ubicada por delante del esófago, está formada por una serie de cartílagos como anillos incompletos en forma de "c", apilados verticalmente y separados entre sí por tejido elástico. La parte incompleta de los anillos se completa con músculo liso para permitir el paso de los alimentos por el esófago, que está por detrás. Los anillos sirven para mantener la tráquea siempre abierta.

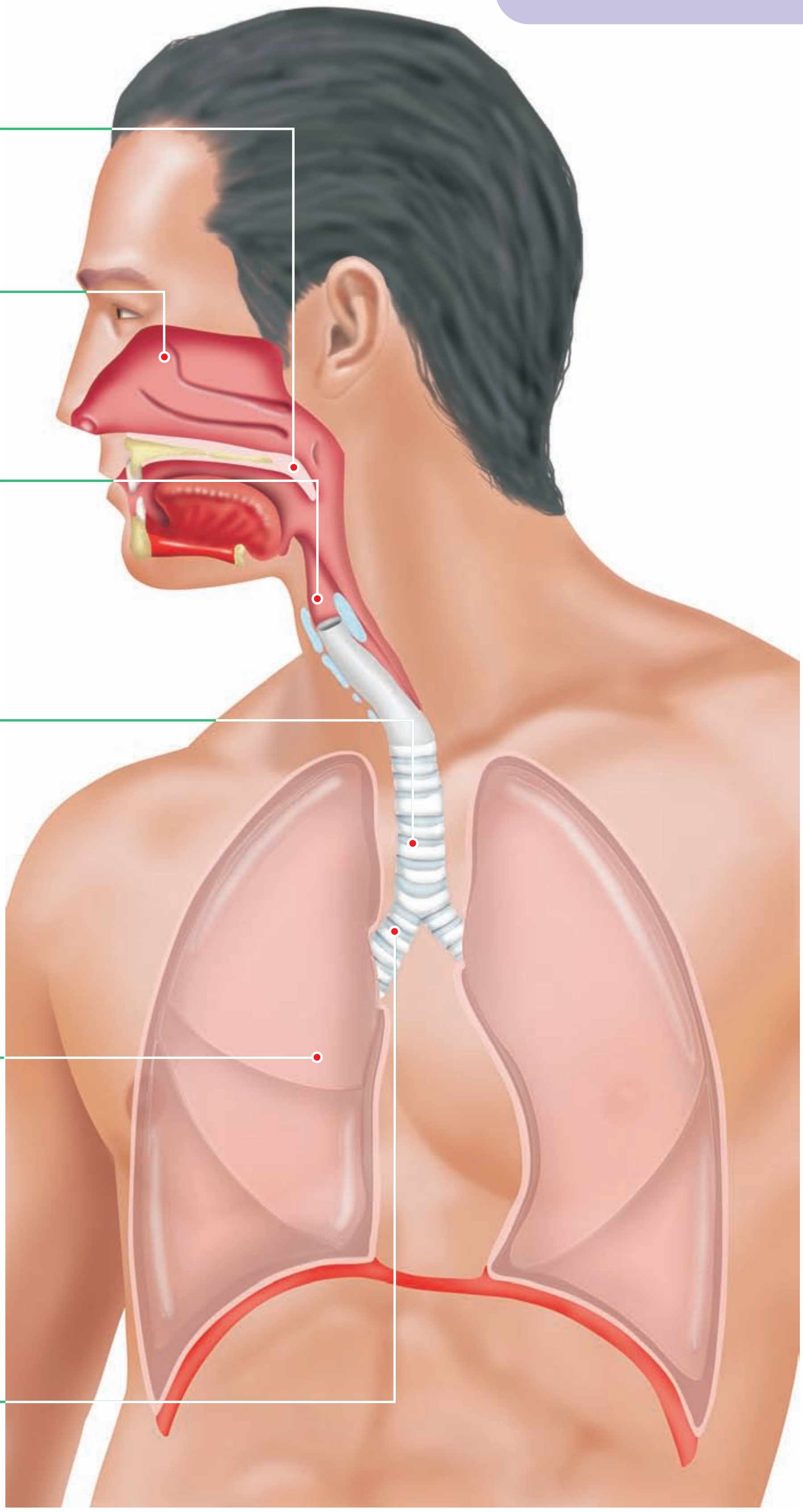
Pulmones. Son dos órganos esponjosos, elásticos y rosados, que se alojan en la cavidad torácica. Están apoyados sobre el músculo diafragmático y protegidos por una membrana —que los rodea— llamada **pleura**. Ésta presenta dos hojas: la **pleura visceral** se adhiere a los pulmones y la **pleura parietal** se encuentra en contacto con la **cavidad torácica**. Ambas capas se deslizan una sobre otra cuando los pulmones se dilatan o contraen. Entre ellas se forma la cavidad pleural, donde se almacena una pequeña cantidad de líquido, que cumple una función lubricadora. Otra función es proteger a los pulmones de los roces con la cavidad torácica.
Su elasticidad les permite acompañar los movimientos de la caja torácica durante la mecánica respiratoria.

Bronquios. La tráquea se bifurca en dos conductos, los bronquios, en una zona llamada **carina**. Estos conductos están formados por una serie de anillos cartilaginosos, incompletos en los bronquios más gruesos y completos en los más finos, que se dirigen hacia los pulmones, ingresando por una zona llamada **hiliopulmonar**.

VISTA POSTERIOR QUE MUESTRA LA RELACIÓN ENTRE EL CORAZÓN, LOS PULMONES Y LOS GRANDES VASOS SANGUÍNEOS



1. Tráquea
2. Aurícula izquierda
3. Vena pulmonar izquierda posterior
4. Vena pulmonar derecha posterior
5. Ventrículo izquierdo del corazón
6. Cayado de la aorta
7. Arteria pulmonar izquierda
8. Arteria pulmonar derecha
9. Vena cava superior
10. Tronco arterial bronquiocefálico

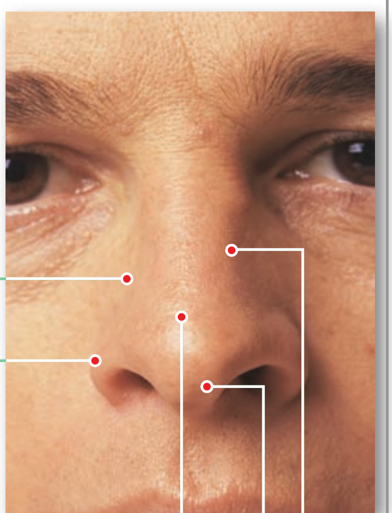


La respiración funciona más allá de nuestra voluntad. Es imposible dejar de respirar por más de 4 minutos.

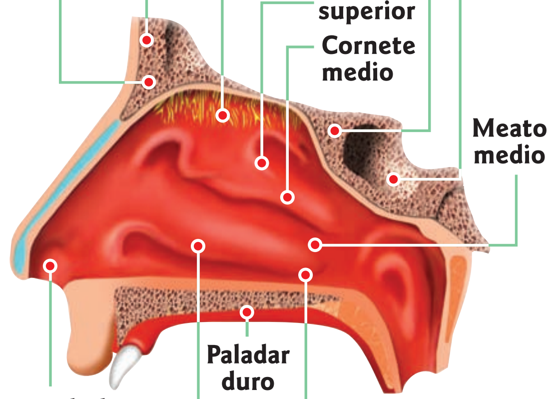


Estructura de los órganos

La nariz o apéndice nasal se ubica en la parte media de la cara y está dividida en dos compartimientos o narinas, cámaras nasales o narices, que se encuentran unidas pero divididas en su parte media por el tabique nasal. Tiene forma de pirámide triangular, con su vértice ubicado en medio de los ojos.
Está formada por huesos, cartílagos duros (como la parte anterior del tabique nasal, que se llama cartílago cuadrangular) y cartílagos blandos (como los de las alas o fosas nasales que, al juntarse, forman la punta nasal). Todas estas estructuras, sus músculos y el tejido celular subcutáneo se encuentran cubiertos externamente por piel.

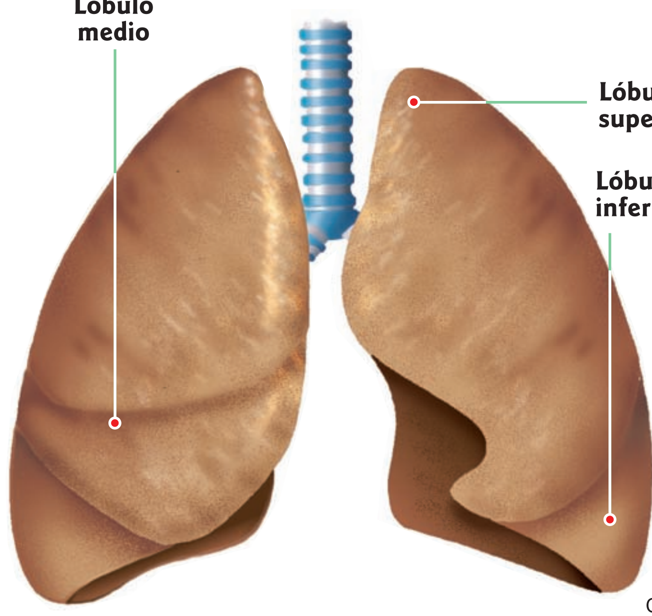


FOSAS NASALES



Si se compara a las fosas nasales con figuras geométricas, se pueden describir cuatro paredes: pared superior o bóveda, inferior o piso, interna o tabique, y externa. También presentan dos orificios: anterior o **piriforme**, posterior o **coana**.
Poseen pelos que filtran el aire, y su interior está tapizado por un tejido epitelial especial llamado **mucosa pituitaria**. Este tejido es ciliado (las cilias permiten que el aire se dirija hacia la faringe) y presenta glándulas secretoras de mucus, el cual capta el polvo y humedece el aire. La **mucosa pituitaria** está vascularizada, lo cual hace que el aire que entre se entibie. En la región posterior, la mucosa posee terminaciones nerviosas que captan los olores, y se denomina *pituitaria amarilla*.

PULMONES



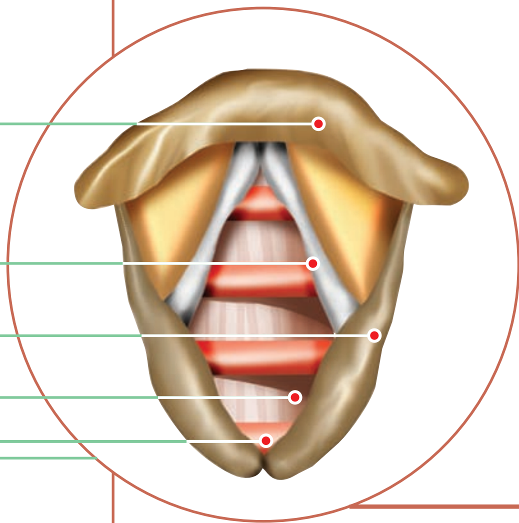
Cada pulmón presenta:
- **una cara interna o mediastínica**, donde se encuentra el **hilio pulmonar**, por donde entran los bronquios, y por donde entran o salen los vasos y los nervios pulmonares;
- **una cara externa**, convexa y lisa, con cisuras que la dividen en **lóbulos**.

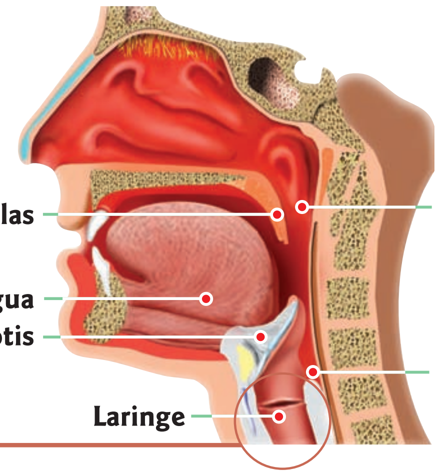
En el **pulmón izquierdo**, existe una sola cisura que divide al pulmón en dos **lóbulos**: uno superior y otro inferior. En el **pulmón derecho**, hay dos cisuras que lo dividen en un tres lóbulos: superior, medio e inferior. Cada uno de los lóbulos de ambos pulmones recibe una primera división del bronquio principal y se encuentra, a su vez, dividido en **lobulillos**. Éstos forman pequeños acinos, con forma de racimos de uvas. Al entrar en ellos, los bronquios se subdividen hasta formar los **bronquiolos** respiratorios, que finalizan en los **alvéolos**. El **alvéolo** es la unidad estructural y funcional del pulmón. Cada alvéolo está rodeado por una fina trama de vasos sanguíneos: los capilares; a través de las finas paredes de éstos se realiza el intercambio gaseoso entre el aire atmosférico y la sangre, llamado **hematosis**.

Foto del molde de un árbol bronquial. Cuando inspiramos, el árbol bronquial se ensancha y se agranda para facilitar la circulación del aire hacia los alvéolos.



LARINGE

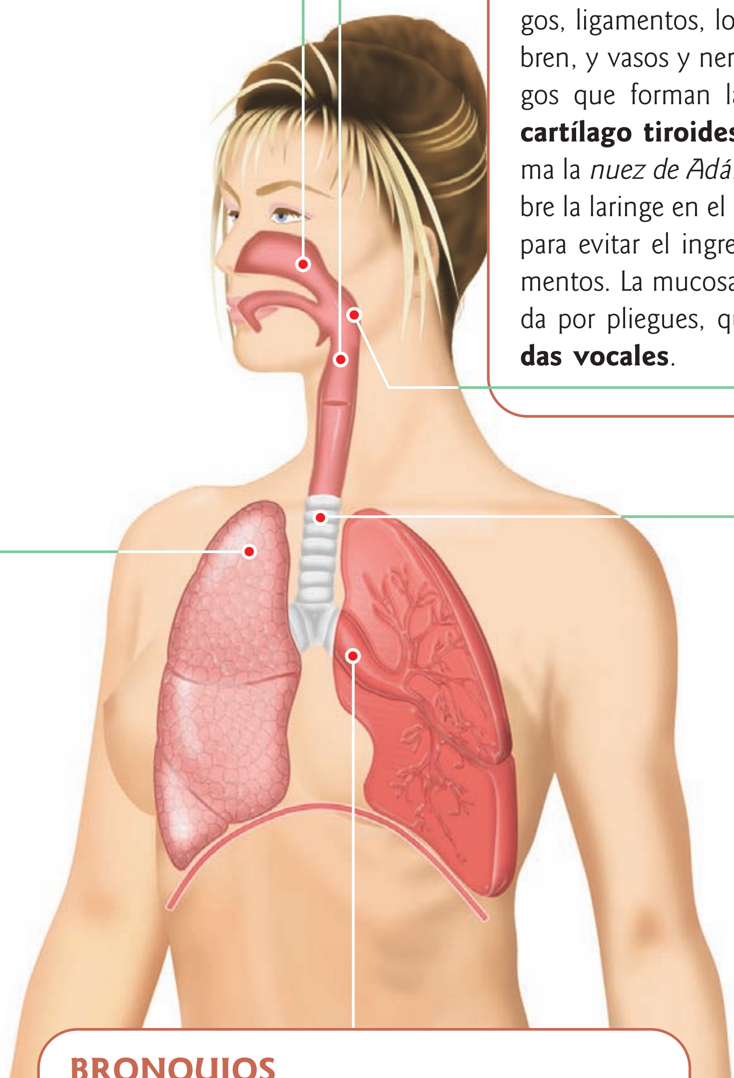




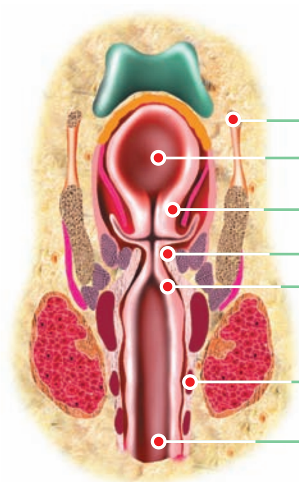
Su estructura se compone de un esqueleto cartilaginoso, articulaciones entre los cartílagos, ligamentos, los músculos que los recubren, y vasos y nervios. De todos los cartílagos que forman la laringe, se destacan el **cartílago tiroides**, que en los varones forma la *nuez de Adán*, y la **epiglotis**, que cubre la laringe en el momento de la deglución para evitar el ingreso del agua y de los alimentos. La mucosa de la laringe está formada por pliegues, que constituyen las **cuerdas vocales**.

En la faringe se distinguen tres regiones.

- La **región superior o nasal** tiene sólo una función: la respiratoria.
- La **región oral** la comunica con la cavidad bucal y, por lo tanto, participa de la deglución de los alimentos.
- La **región laríngea** se extiende hasta la parte superior del esófago.



CORTE DE LARINGE



BRONQUIOS

También los bronquios están tapizados por un **epitelio ciliado**. El bronquio izquierdo es más largo por la presencia del corazón. Antes de entrar a los pulmones, se los denomina **bronquios primarios** y, al entrar, **bronquios secundarios**, los cuales se ramifican para formar los **bronquiolos**, que entran al **lobulillo pulmonar** y se siguen dividiendo para poder alcanzar los alvéolos pulmonares.

TRÁQUEA

La pared interna de la tráquea está tapizada por un **tejido epitelial ciliado** que produce *mucus*. Éste retiene las impurezas que provienen del exterior y las elimina a través de los movimientos reflejos de la tos.

Fisiología del sistema

La respiración, al igual que la digestión, es un proceso de entrada y salida. Es decir, la principal tarea del sistema respiratorio es permitir el ingreso del aire atmosférico y expelerlo del cuerpo luego de haber realizado los intercambios gaseosos correspondientes.

Ver *bulbo raquídeo* en pág. 122

El control nervioso de la respiración

La respiración está regulada por un centro nervioso, situado en el **bulbo raquídeo**. El centro respiratorio envía impulsos al diafragma y a los músculos intercostales. Éstos se contraen y provocan una inhalación. La dilatación pulmonar estimula a los receptores de los nervios sensitivos, insertos en las paredes pulmonares. Desde los receptores parten impulsos que inhiben el centro respiratorio. En consecuencia, los músculos respiratorios se relajan y los pulmones vuelven a su posición original. El resultado de este proceso es la exhalación.



El proceso respiratorio comprende tres etapas		
Ventilación pulmonar	Entrada de aire a los pulmones y su posterior salida	Mecánica respiratoria
Respiración externa	Intercambio de gases entre el alvéolo y la sangre	Hematosis
Respiración interna	Intercambio de gases entre la sangre y la célula	Respiración celular

Si bien la respiración funciona en forma involuntaria, nosotros podemos realizar inspiraciones profundas o cortas, para lo cual, nuestro cerebro envía órdenes a los músculos pectorales y esternocleidomastoideos.



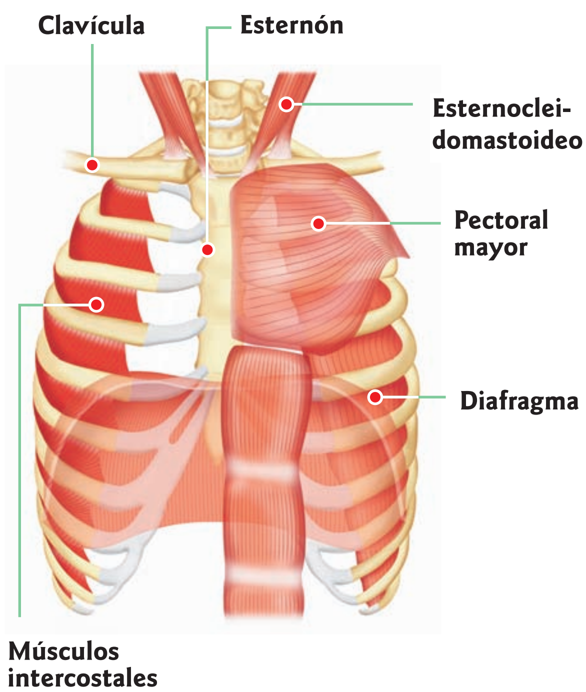
Estructuras que colaboran con la respiración	Características	Función
Diafragma	Es un músculo esquelético que divide el cuerpo en dos cavidades: la abdominal (que aloja el estómago, el hígado, el páncreas, etc.) y la torácica (que contiene el corazón y los pulmones).	Durante la inspiración, se aplana, y aumenta el diámetro vertical de la caja torácica.
Músculos intercostales	Es un grupo de músculos que se ubica entre las costillas, a ambos lados de la caja torácica.	Se contraen y relajan durante los movimientos respiratorios. Al contraerse, aumentan el diámetro anteroposterior y transversal de la caja torácica.
Músculos abdominales	Son músculos que forman la pared del abdomen.	Empujan el diafragma hacia arriba, y comprimen la cavidad abdominal.

La respiración mecánica

Se denomina así al proceso cíclico que mantiene constante la cantidad de aire de los pulmones. Abarca dos fases: la **inspiración**, que introduce el aire atmosférico en los pulmones, y la **espiración**, que lo expulsa. Para ello, los órganos del sistema respiratorio cuentan con estructuras anexas: el **diafragma**, los **músculos intercostales** y los **músculos abdominales** son las que desempeñan las funciones más importantes (ver cuadro).

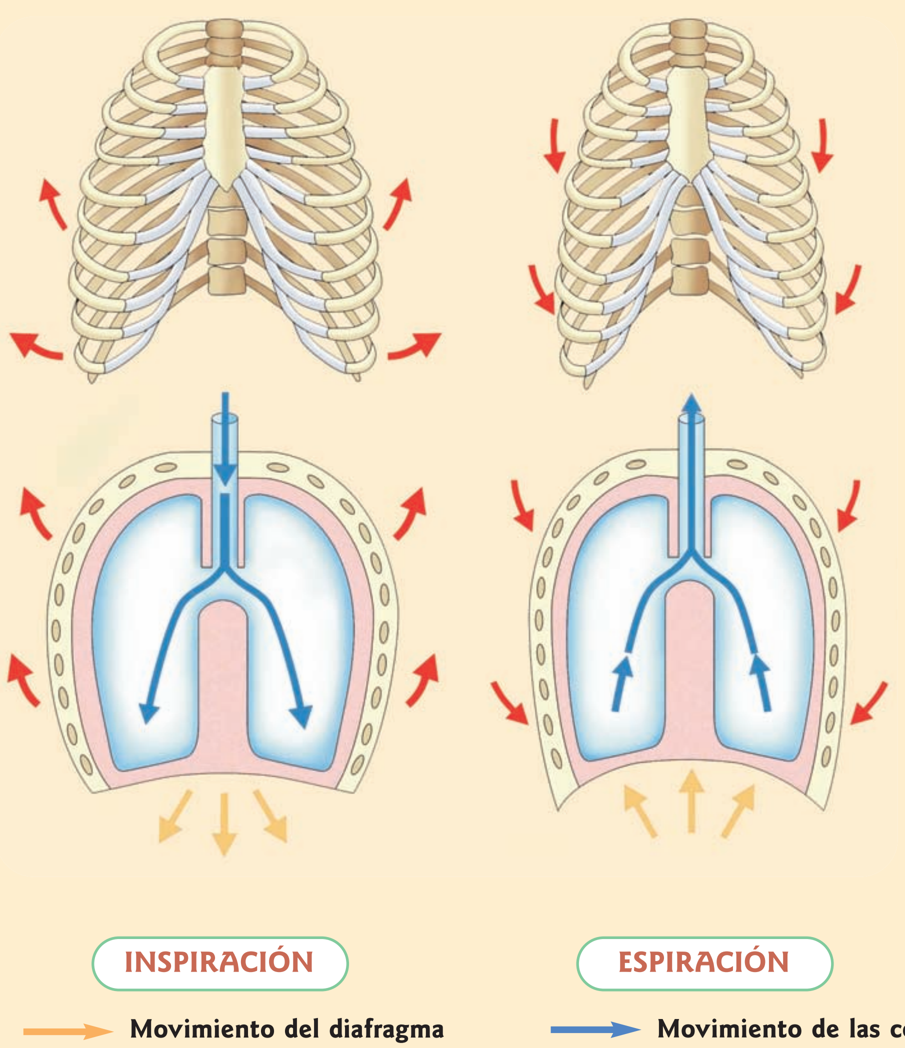
El **diafragma** es un tabique de tejido muscular y tendinoso que divide la cavidad torácica de la abdominal. Las fibras musculares se reúnen en un tendón central, que es el encargado de tirar hacia abajo y ampliar la cavidad torácica. El diafragma presenta una serie de agujeros por los que pasan diferentes estructuras, como la aorta, el esófago y la vena cava inferior.

Los **músculos intercostales** están insertos entre las costillas, y forman las paredes del tórax.



Músculos que colaboran con la respiración.

*La **inspiración** es la fase activa de la respiración, y más prolongada que la **espiración**, que constituye la fase pasiva de la mecánica respiratoria.*



INSPIRACIÓN: Cuando inspiramos, el *diafragma* y los *músculos intercostales externos e internos* se contraen. En la inspiración forzada (provocada por una actividad intensa y de alta exigencia respiratoria) intervienen, además, los *músculos pectorales* y los *esternocleidomastoideos*.

Al contraerse el diafragma, su centro desciende, lo que produce un aumento vertical de la caja torácica, y empuja las vísceras abdominales hacia abajo. La contracción de los músculos intercostales produce la elevación de las costillas y proyecta el esternón hacia delante. De esta forma, los diámetros anteroposterior y transversal de la caja aumentan, y hacen que aumente el volumen de los pulmones. El aumento de volumen crea un vacío y, por lo tanto, una diferencia de presión con respecto a la presión atmosférica. De este modo, el aire atmosférico ingresa para lograr un equilibrio.

ESPIRACIÓN: Se produce cuando el diafragma y los músculos intercostales se relajan (vuelven a su posición habitual). Es decir, el diafragma se eleva y las costillas descienden, por lo que disminuye el volumen de la caja torácica y, en consecuencia, de los pulmones. La disminución del volumen presiona el aire de los pulmones y hace que salga al exterior. También contribuye la contracción de los músculos abdominales, que comprimen la cavidad abdominal y empujan el diafragma hacia arriba.

Volúmenes de aire

Para medir la cantidad de aire desplazado de los pulmones durante los movimientos respiratorios, se utiliza el **espirómetro**.

Los **volúmenes de aire** que mide el espirómetro son los siguientes.

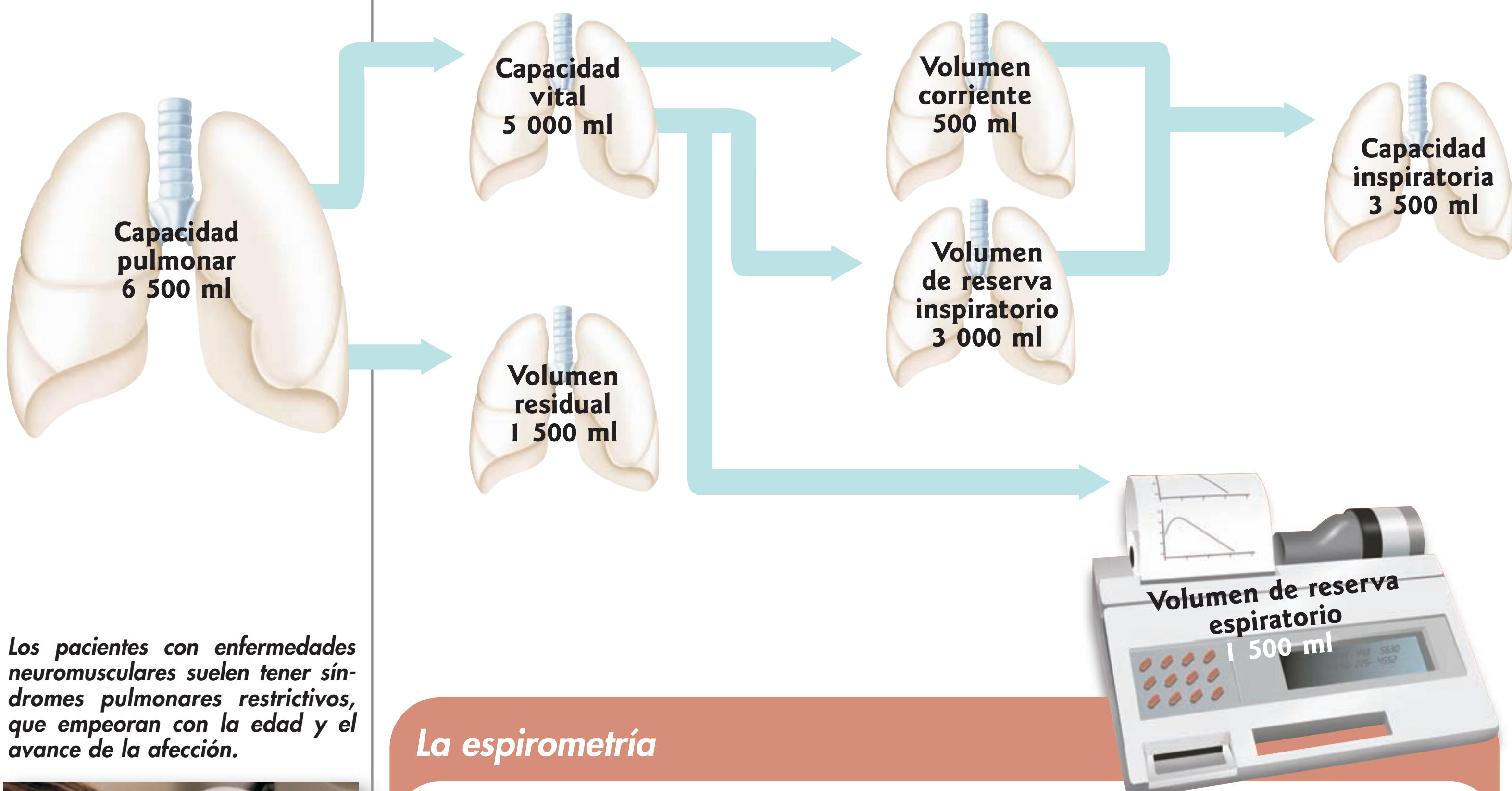
- **Volumen de aire corriente:** cantidad de aire inspirado y espirado en un acto respiratorio.
- **Volumen de reserva espiratorio:** aire que sale forzadamente del pulmón luego de una espiración normal.
- **Volumen de reserva inspiratorio:** cantidad de aire que puede entrar al pulmón forzadamente, luego de una inspiración normal.
- **Volumen residual:** cantidad de aire que queda en los pulmones, después de una espiración máxima (no sale nunca).

Estos **volúmenes de aire** se suman y forman las siguientes capacidades pulmonares.

- **Capacidad pulmonar total:** cantidad de aire contenida en los pulmones después de una inspiración forzada.
- **Capacidad vital:** máximo volumen de aire que puede ser eliminado de los pulmones, después de una inspiración forzada.
- **Capacidad inspiratoria:** máximo volumen de aire que puede ser inspirado, después de una espiración común.
- **Capacidad residual:** máxima cantidad de aire que queda en los pulmones, después de una espiración forzada.



Es conveniente que las personas fumadoras o expuestas a sustancias irritantes, así como las que sufren de desórdenes respiratorios, realicen una espirometría cada 3 ó 5 años.



Los pacientes con enfermedades neuromusculares suelen tener síndromes pulmonares restrictivos, que empeoran con la edad y el avance de la afección.



La espirometría

Es un estudio que consiste en medir los volúmenes pulmonares y valorar la función de los pulmones. Es muy útil para :

- determinar si los pulmones reciben, mantienen y utilizan el aire normalmente;
- detectar una obstrucción bronquial;
- revelar alteraciones en la etapa precoz de una enfermedad, cuando el examen clínico y radiológico todavía son normales;
- determinar la gravedad de una enfermedad del pulmón;
- evaluar la progresión de una patología o la eficacia de un tratamiento.

Para este estudio se emplea un espirómetro, que consiste en un aparato con un tubo, por donde la persona expulsa la cantidad máxima de aire posible, de acuerdo con las pautas que da el personal especializado (puede ser expulsar todo el aire posible en el tiempo que sea necesario, o hacerlo lo más rápido posible). El espirómetro registra los valores, que se comparan con los normales.

Hematosis y respiración celular

La **hematosis** consiste en el intercambio gaseoso entre la sangre y el aire alveolar. Los **capilares** sanguíneos (ramificaciones de las arterias pulmonares) llegan a los **alvéolos** pulmonares con sangre carboxigenada. Los gases atraviesan los epitelios pulmonar y capilar por **difusión pasiva**, es decir, pasan del lugar de mayor al de menor concentración:

- en el alvéolo, el dióxido de carbono está menos concentrado que en la sangre y, por esta diferencia de concentración, pasa del líquido sanguíneo al alvéolo;
- el oxígeno está más concentrado en el alvéolo que en la sangre, por lo cual pasa del alvéolo al líquido sanguíneo.

1- La sangre que llega a cada alvéolo a través de los capilares arteriales (ramificaciones de la arteria pulmonar) es carboxigenada (pobre en oxígeno).

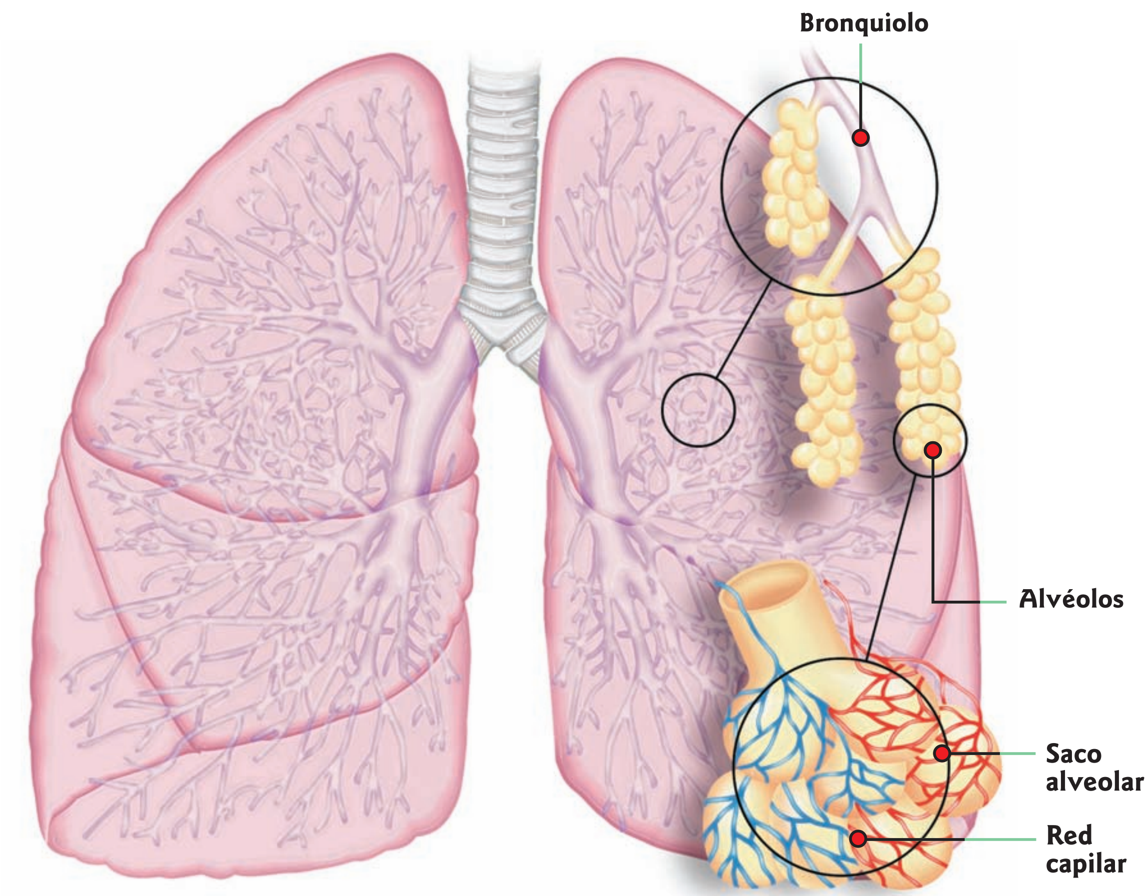
2- El aire alveolar es oxigenado (pobre en CO_2).

3- Por difusión, el O_2 pasa del alvéolo a la sangre a través de los capilares venosos y, luego, por la vena pulmonar al corazón, que la impulsa a todo el cuerpo.

4- Por difusión, el CO_2 que llega por los capilares arteriales a cada alvéolo pasa a éste y, luego de recorrer las vías aeríferas, sale al exterior durante la espiración.

Respiración celular

Entre la sangre y los tejidos corporales también se produce un intercambio gaseoso semejante al de la hematosis. En este caso, el oxígeno se difunde desde la sangre, donde está en mayor concentración, hacia las células, y el dióxido de carbono, desde la célula a la sangre.

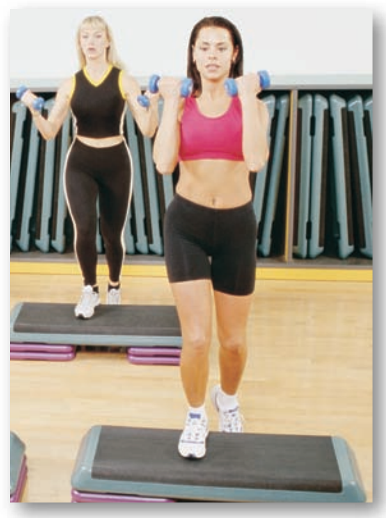


Relación entre el sistema respiratorio y el sistema circulatorio

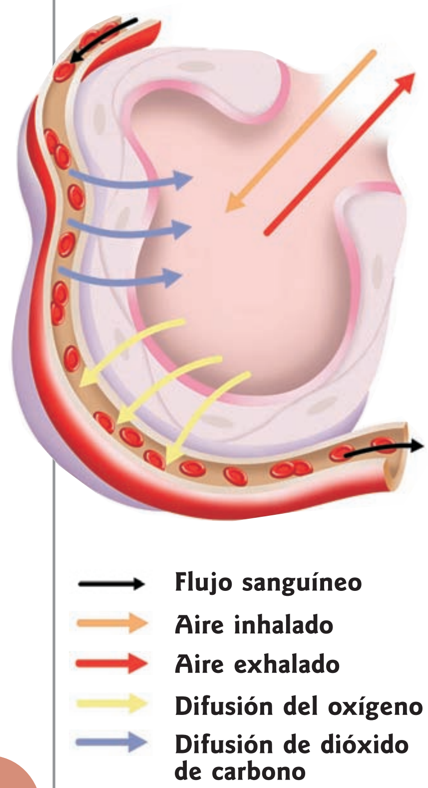
Los bronquiolos se ramifican en el interior de los alvéolos.
La sangre carboxigenada llega a los alvéolos a través de las ramificaciones de la arteria pulmonar.
La sangre oxigenada sale de los alvéolos por las ramas de las venas pulmonares, que la llevan al corazón y de allí a todo el cuerpo.

El aire que entra al alvéolo es rico en oxígeno y pobre en dióxido de carbono. El aire que sale es rico en dióxido de carbono.

El ejercicio físico mejora la ventilación pulmonar.

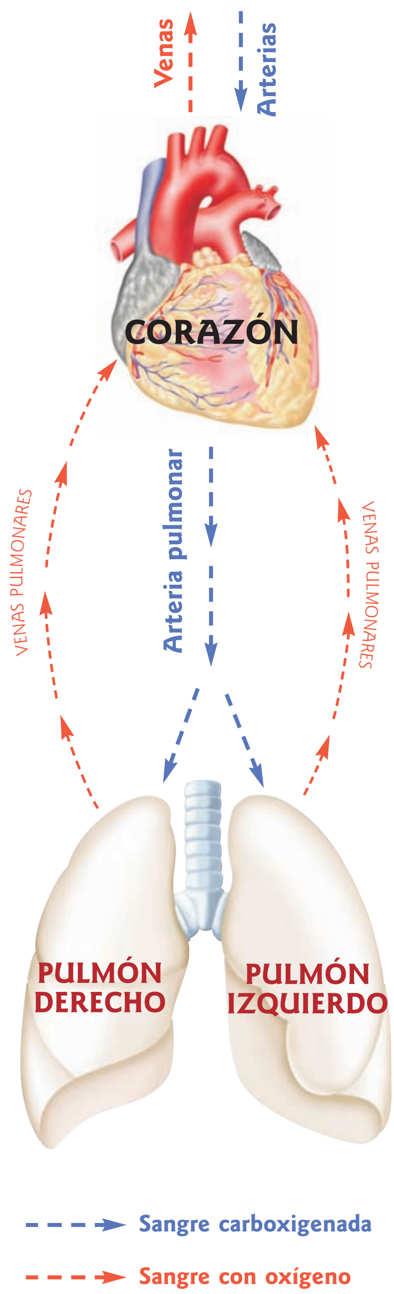


INTERCAMBIO DE GASES EN LOS ALVÉOLOS



Arterias y venas pulmonares

CIRCUITO MENOR Corazón-Pulmones-Corazón (CPC)



La **arteria pulmonar** se divide en dos ramas: las arterias pulmonares derecha e izquierda. Cada una de estas arterias pulmonares se introduce en el pulmón correspondiente, cruzando la cara anterior del tronco bronquial principal.

• **Arteria pulmonar derecha**

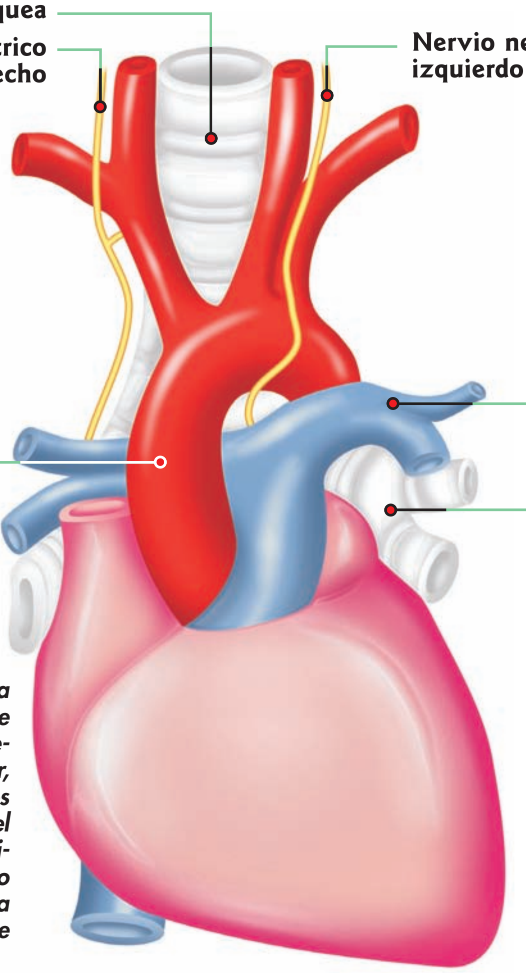
Una vez que entra acompañando al tronco bronquial principal, da ramas que son, en conjunto, satélites de las colaterales del tronco bronquial principal. Estas colaterales nacen escalonadas a lo largo de toda la **arteria pulmonar**. Las primeras están destinadas al lóbulo superior y, generalmente, son dos y reciben el nombre de **arteria mediastínica del lóbulo superior** y **arteria cisural del lóbulo superior**. Las arterias del lóbulo medio —frecuentemente dos— son la **arteria superior constante** y la **arteria externa del lóbulo medio**. Las arterias del lóbulo inferior se desprenden de la porción terminal de la **arteria pulmonar**.

• **Arteria pulmonar izquierda**

Una vez que entra al pulmón acompañando al tronco bronquial principal, da ramas colaterales. Las primeras están destinadas al lóbulo superior; su número es muy variable, con un promedio de tres. Las arterias del lóbulo inferior se originan de los bronquios segmentarios correspondientes. Estas ramas arteriales se ramifican como los bronquios, hasta que forman, en la superficie de los alvéolos, una red capilar perialveolar, que da nacimiento a las primeras ramas de origen de las venas pulmonares.

Las **venas pulmonares** nacen en la **red capilar perialveolar**. Sus ramas de origen o **venas perilobulillares** reciben también las **vénulas bronquiales**, procedentes de los bronquios pequeños, y las **venas pleurales**, procedentes de la pleura visceral. Las **venas perilobulillares** se unen para formar troncos cada vez más voluminosos, con un trayecto independiente del de los bronquios. Drenan finalmente en las venas que se distribuyen por la periferia de los diferentes segmentos. Las venas de cada pulmón se unen por último en dos troncos: las **venas pulmonares propiamente dichas** que desembocan en la **aurícula izquierda**.

UBICACIÓN DE LA ARTERIA PULMONAR IZQUIERDA EN RELACIÓN CON EL CORAZÓN



La arteria pulmonar se origina en el ventrículo derecho y recibe sangre carboxigenada proveniente de la respiración celular, la cual conducirá a los alvéolos para que se oxigene durante el intercambio gaseoso entre el aire alveolar y la sangre, llamado hematosis. Es la única arteria del cuerpo que lleva la sangre impura fuera del corazón.

*Las arterias y las venas pulmonares forman parte de la **circulación menor**.*

Ver circulación menor en pág. 96

Trastornos respiratorios

Son muchas las enfermedades que pueden afectar las vías aéreas, y la inspiración y la espiración normales. Las enfermedades del sistema respiratorio se clasifican en obstructivas, restrictivas y vasculares; también existen enfermedades pulmonares producidas por las condiciones laborales y ambientales.

Enfermedades obstructivas

Todas estas enfermedades se caracterizan por la obstrucción de las vías aéreas.
Sinusitis: consiste en una inflamación de las membranas mucosas de los senos perinasales, generalmente después de una enfermedad ocasionada por una infección bacteriana o viral (como resfrío o gripe). Los más afectados por esta enfermedad son los senos frontales (que se encuentran en la frente) y los maxilares (ubicados en las mejillas).
Los síntomas más frecuentes son:

- aumento de la mucosidad, de color verdoso;
- dificultad creciente para respirar por la nariz;
- decaimiento;
- dolor de cabeza constante.

Si la sinusitis proviene de los senos maxilares, la persona siente dolor en las mejillas.
Faringitis: es un proceso infamatorio agudo o crónico de la mucosa faríngea, originado por infecciones bacterianas o virales. Hay varios tipos de faringitis.
La **faringitis catarral aguda** puede provenir de una obstrucción nasal crónica, trastorno que obliga a la persona a respirar por la boca, lo que ocasiona una desecación de la mucosa faríngea. Los síntomas más comunes son: dolor al tragar, sensación de sequedad y de ardor.
Las paredes de la faringe se ven enrojecidas, con viscosidad adherente y presencia de placas blancas. Generalmente, las faringitis se tratan con antibióticos. Algunas son ocasionadas por el abuso de la nicotina o por la contaminación ambiental.
Laringitis: se denomina así a una inflamación de la laringe. Afecta, sobre todo, a las personas que trabajan con su voz, como cantantes o locutores. Las causas más comunes son enfriamientos, frío húmedo, faringitis, gripe o abuso del tabaco.
Sus síntomas son: prurito en la garganta, ronquera, afonía, tos seca, expectoración.
Enfisema pulmonar: se caracteriza por la **distensión de los espacios aéreos distales al bronquiolo terminal**, con destrucción de sus paredes. Este deterioro creciente de las paredes alveolares provoca atrofia alveolar, con aumento de la retención del aire. Las personas enfisematosas se quejan de una progresiva falta de aire, pero en realidad tienen mucho aire. Solo que, al estar atrapado, y los alvéolos destruidos, no se realiza la hematosis y, en consecuencia, el aire no llega a las células. El paciente se agrava con los años, presenta tos crónica, poca tolerancia al ejercicio, excesiva distensión de los pulmones y alteración del intercambio gaseoso.

- **Bronquitis crónica**: esta enfermedad se caracteriza por la excesiva producción de moco en el árbol bronquial, que causa expectoración excesiva de esputo. El paciente presenta tos y expectoración sobre todo matinal, debido a que, durante la noche, al estar acostado, las secreciones se depositan.
- **Asma**: esta enfermedad se caracteriza por una **disnea** de grado variable, que obedece al estrechamiento generalizado de las vías aéreas. El estrechamiento varía mucho con el paso del tiempo, espontáneamente o como consecuencia del tratamiento.

Rinitis alérgica: es una enfermedad parecida al asma. Se origina por hipersensibilidad a ciertas sustancias, que produce una respuesta alérgica, con descarga de histamina, producto que fabrica el organismo. Es común en la primavera, cuando los árboles comienzan a florecer.
La rinitis alérgica produce inflamación y secreción de las mucosas nasales. Otro síntoma es prurito en la cara, especialmente en los párpados.

Las enfermedades restrictivas

Son aquellas por las cuales la expansión del pulmón está restringida por alteraciones del parénquima pulmonar, o por enfermedades de la pleura, de la pared torácica o del aparato neuromuscular. Se caracterizan por la reducción de la capacidad vital y pequeño volumen pulmonar en reposo, pero sin aumento de la resistencia de las vías aéreas. Ejemplos de este tipo de



Las personas que realizan esfuerzos espiratorios, como los ejecutantes de instrumentos de viento y los sopladores de vidrio, pueden sufrir de laringocele, que se caracteriza por una tumefacción que se forma en el interior y el exterior de las superficies laterales de la laringe. Los síntomas son disfonía y tos.



Los seres humanos respiramos, aproximadamente, entre 14 y 18 kilos de aire. Éste puede contener, además de los gases en su proporción normal, partículas contaminantes y microbios.
Los macrófagos, células de la sangre presentes en los alvéolos pulmonares, se encargan de ingerirlos y destruirlos.
La nariz es un filtro mejor que la boca para evitar que entren partículas nocivas al organismo.



enfermedades son la **fibrosis pulmonar intersticial difusa** y la **esclerosis lateral amiotrófica**.

Enfermedades vasculares

Son provocadas por mal funcionamiento de venas o arterias. Como consecuencia, una región del organismo puede recibir más o menos sangre de la que necesita.
El **edema pulmonar** es la acumulación anormal de líquido en los espacios extravasculares y en los tejidos del pulmón.

Enfermedades profesionales y ambientales

Las **enfermedades profesionales** que afectan las vías respiratorias y los pulmones se deben, en gran medida, a la intoxicación con gases o sustancias tóxicas.
La causa principal de la **silicosis** es la aspiración de polvo de cuarzo, arena y granito en canteras y minas. Las partículas de sílice se depositan en el pulmón, y provocan la destrucción y la fibrosis (cicatrización) de los tejidos pulmonares, incluidos los vasos sanguíneos y linfáticos. El síntoma más característico es la dificultad respiratoria.
La **asbestosis** es producida por la exposición al asbesto.
La **faringitis crónica** puede originarse por la exposición a **agentes químicos**, como polvo y productos químicos cauterizantes, y **agentes físicos** presentes en el lugar de trabajo: calor, variaciones bruscas e importantes de temperatura, y corrientes de aire o humo (como en el de carniceros y cocineros). Otro factor es el aire condicionado seco y poco húmedo, en ciertos lugares de trabajo.
La **bronquitis crónica** puede originarse por la inhalación de vapores disolventes, barnices, productos de limpieza, aguafuerte (que contiene cloro) e isocianato.
Las **enfermedades ambientales** son consecuencia de la contaminación y el medio ambiente degradado. El aire, tan necesario para la vida, es, lamentablemente, uno de los elementos más contaminados por las actividades humanas, sobre todo en las ciudades. En él se liberan sustancias tóxicas durante los procesos industriales y la quema de desperdicios sólidos. Algunos de estos contaminantes aumentan la incidencia de enfermedades respiratorias, como **bronquitis**, **enfisema pulmonar** y **asma**.

El tabaquismo

El tabaco, que proviene de las hojas de la *Nicotiana tabacum*, perjudica enormemente la salud del fumador, aunque no produce efectos psíquicos, como alteraciones de la conducta.
Entre las sustancias tóxicas de un cigarrillo encontramos:
- **nicotina**, responsable de la dependencia que provoca fumar;
- **alquitrán**, residuo de la combustión del tabaco que impide que la sangre capte el oxígeno necesario, muy cancerígeno;
- **benzopirenos**, sustancias cancerígenas.

Uno de sus efectos perjudiciales es la **bronquitis crónica**.

La laringoscopia y la faringoscopia consisten en la exploración de la laringe y la faringe, respectivamente, por medio de un instrumento óptico que permite ver lesiones en estos órganos.

Una enfermedad de la pobreza



La tuberculosis, una enfermedad infectocontagiosa que afecta el pulmón, es frecuente en los países de bajo desarrollo económico y en las áreas urbanas más pobres de los países desarrollados. Las personas más desprotegidas son las más proclives a contraerla.
Los síntomas no son específicos, varían mucho y, en ocasiones, pueden pasar inadvertidos. En general, aparecen algunas décimas de fiebre, especialmente por la tarde; la persona presenta un mal estado general, sudoración nocturna, dolores de cabeza y pérdida de peso, tos seca o con flemas muco purulentas o con sangre, y dolor torácico. La fiebre alta es poco frecuente.
La tuberculosis se había controlado pero, actualmente, se ha incrementado el número de casos. Este incremento se relaciona con condiciones de vida desfavorables, falta de higiene, fatiga, cansancio y hacinamiento (en los barrios periféricos de las ciudades). El diagnóstico se realiza por medio de la prueba de tuberculina, en la piel del antebrazo.

Los mineros sufren todo tipo de enfermedades respiratorias.



La circulación de los nutrientes

El recorrido de la sangre



Permanentemente, y sin que seamos conscientes, en nuestro cuerpo circulan líquidos primordiales y sustancias suspendidas en ellos.
Los nutrientes son transportados por la sangre, que corre por vasos de diferentes calibres, y ella se encarga luego de recoger sus residuos "a domicilio" y llevarlos hacia los órganos que los procesan o los eliminan. Los "ríos" de sangre son impulsados por una poderosa bomba, el corazón, que no es centro de las emociones, como se asegura en un infinito número de poesías, sino parecido a una poderosa máquina industrial.

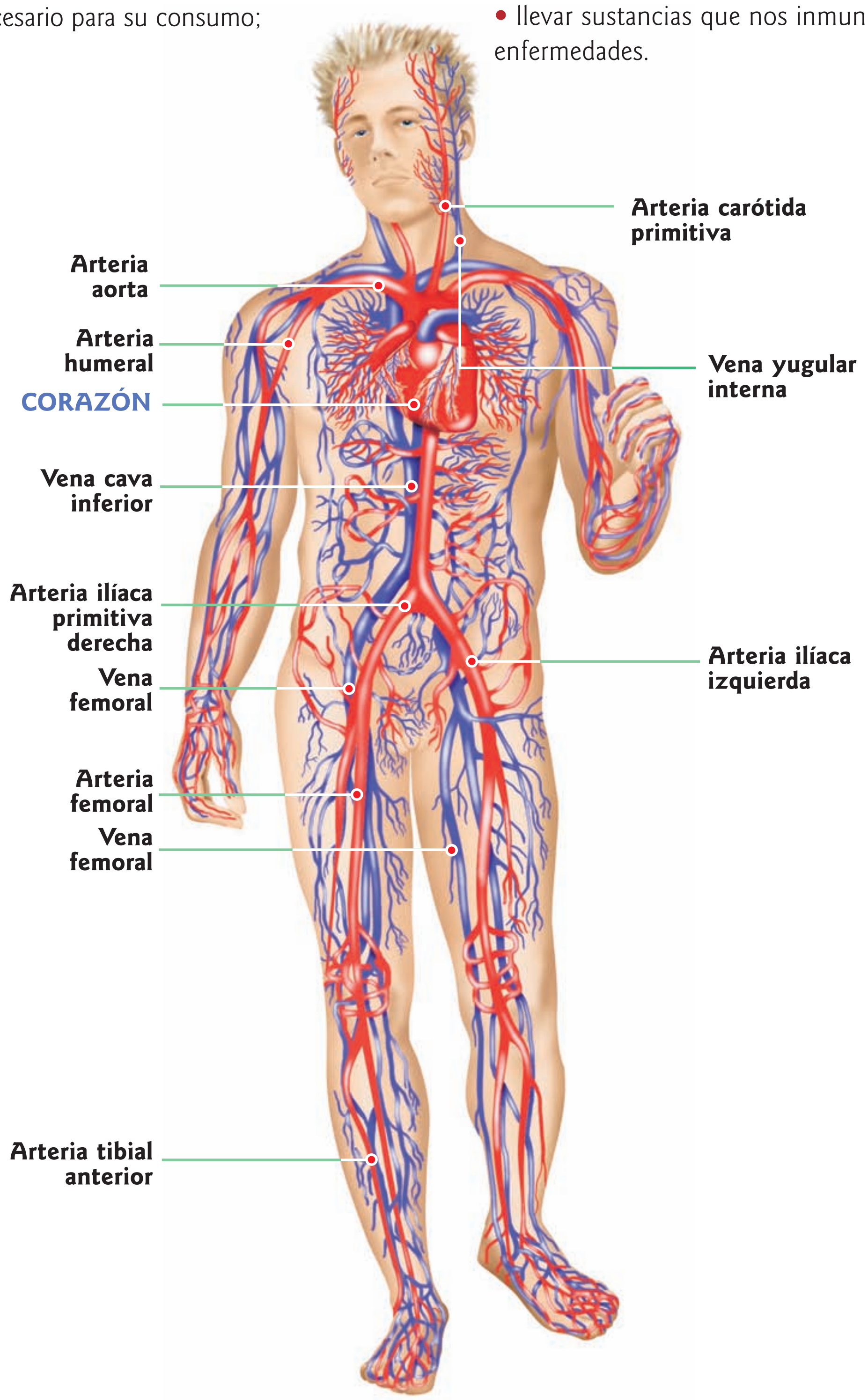
El sistema circulatorio

Es un sistema formado por tubos cerrados o vasos, donde circula la sangre impulsada por el corazón, que actúa como una bomba. Los vasos arteriales y venosos pueden ser considerados órganos individuales, mientras que los capilares, difundidos por todo el organismo, integran los tejidos y se pueden observar con el microscopio.

Los vasos sanguíneos que parten del corazón (arterias) o que llegan a él (venas) son los más grandes de todo el sistema. A medida que se alejan del corazón, aumenta el número de ramificaciones y disminuye su calibre.

Las principales funciones del sistema circulatorio son:

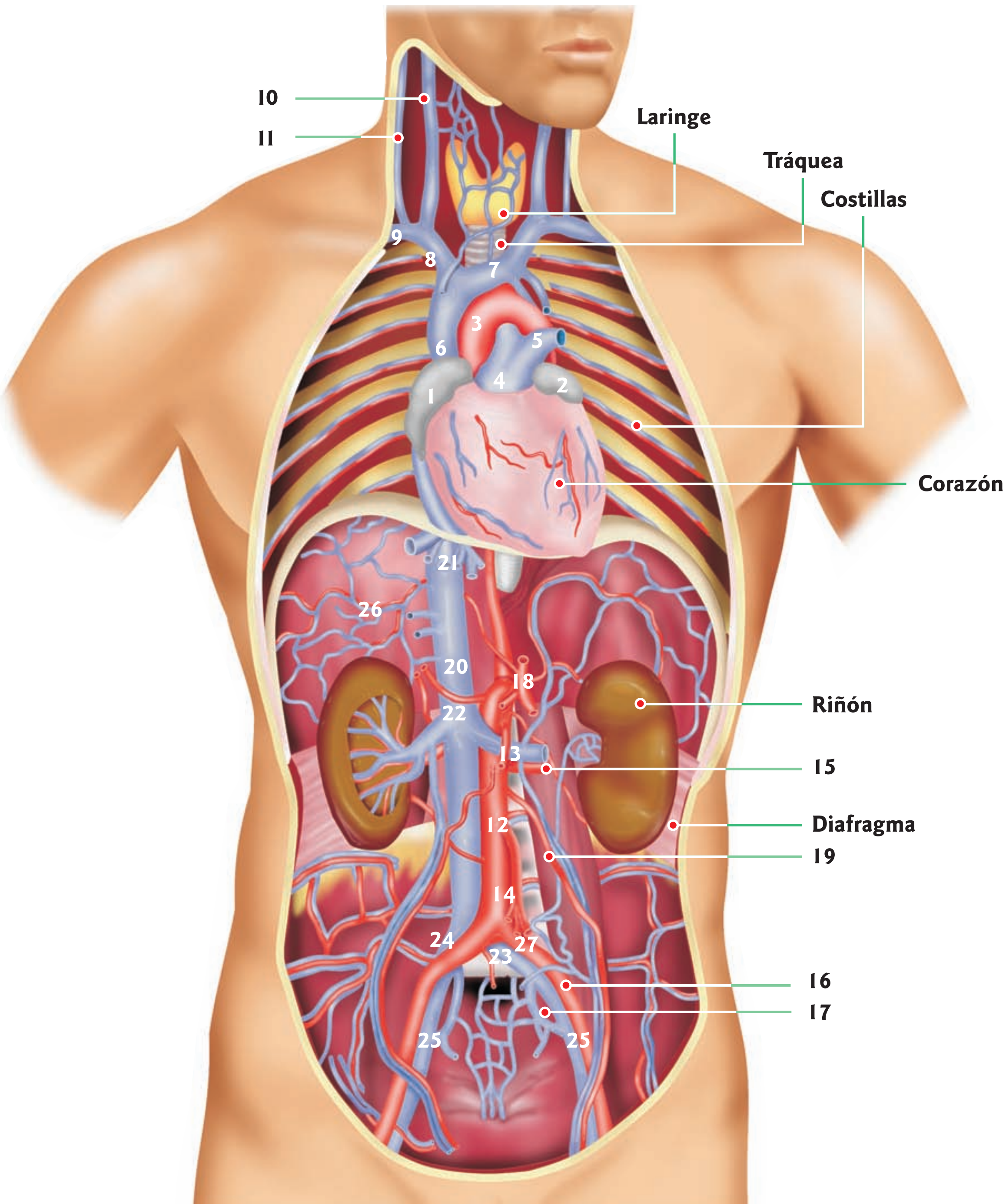
- suministrar a todas las células el alimento necesario para su consumo;
- liberarlas de los productos de desecho;
- transportar las hormonas y otras sustancias de regulación del organismo;
- llevar sustancias que nos inmunizan contra enfermedades.



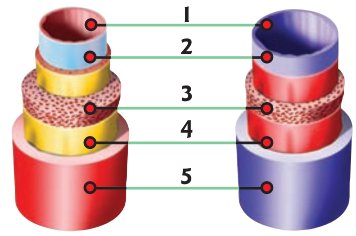
La distribución de la sangre en el cuerpo varía de acuerdo con las actividades, el esfuerzo realizado, la exposición al frío o al calor y las emociones. Por ejemplo, ante un estímulo nervioso, la piel de la cara puede enrojecerse (sensación de vergüenza) porque los capilares de esa región reciben más afluencia de sangre. Cuando hacemos un ejercicio físico, la sangre va a los músculos; cuando comemos, los vasos que irrigan los intestinos reciben más sangre; cuando hace frío, se llenan de sangre los vasos internos para conservar el calor.



VASOS DEL TRONCO:
vista anterior



1. Orejuela derecha del corazón
2. Orejuela izquierda del corazón
3. Cayado de la aorta
4. Arteria pulmonar
5. Arteria pulmonar izquierda
6. Vena cava superior
7. Tronco venoso braquiocefálico izquierdo
8. Tronco venoso braquiocefálico derecho
9. Arteria subclavia derecha
10. Vena yugular interna derecha
11. Vena yugular externa derecha
12. Aorta abdominal
13. Arteria mesentérica superior
14. Arteria mesentérica inferior
15. Arteria renal izquierda
16. Arteria ilíaca externa izquierda
17. Arteria ilíaca interna izquierda
18. Tronco celíaco
19. Arteria y vena espermáticas izquierdas
20. Vena cava inferior
21. Venas suprarrenales
22. Vena renal derecha
23. Vena ilíaca primitiva izquierda
24. Vena ilíaca primitiva derecha
25. Venas ilíacas externas
26. Arterias y venas diafragmáticas
27. Arteria ilíaca primitiva



1. Endotelio
2. Membrana basal
3. Capa muscular
4. Membrana elástica
5. Adventicia

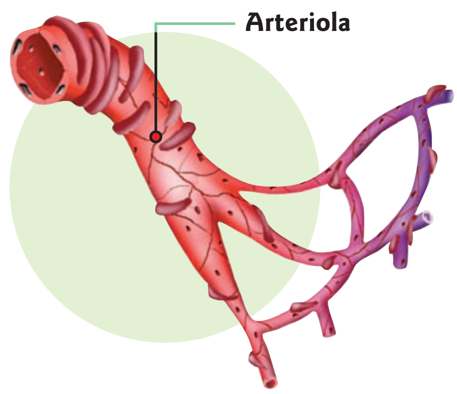
LAS ARTERIAS

Tienen paredes fuertes y elásticas que se adaptan a las variaciones que se producen en el flujo sanguíneo. Transportan la sangre oxigenada del corazón a los tejidos.

LAS VENAS

Están sometidas a menos presión que las arterias, por eso son más delgadas. Llevan la sangre cargada de desechos de regreso al corazón.

CAPILARES



En los capilares, se produce la liberación de oxígeno y nutrientes, desde la sangre hacia los tejidos, y se recoge el dióxido de carbono y el material de desecho de éstos.

El corazón

El corazón se encuentra entre los dos pulmones y se apoya sobre el diafragma. Si bien está en la parte central del tórax, se halla desplazado respecto del eje medio, ya que su parte inferior se inclina ligeramente hacia el lado izquierdo (aproximadamente, un cuarto a la derecha y tres cuartos a la izquierda de la línea central).

- **Ubicación**: está situado en la cavidad torácica y ocupa el **mediastino**, la parte central del tórax.
- **Forma**: es semejante a una pirámide triangular, con la base hacia atrás y a la derecha, y el vértice hacia delante y a la izquierda.

Configuración externa

En el corazón se distinguen **tres caras**, **tres bordes**, **una base** y **un vértice**. Internamente, está formado por cuatro partes: las **aurículas derecha e izquierda** y los **ventrículos derecho e izquierdo**. La aurícula derecha está situada hacia atrás y hacia arriba del ventrículo derecho; la aurícula izquierda está hacia atrás y hacia arriba del ventrículo izquierdo. Los límites de las aurículas y de los ventrículos están indicados, en la superficie externa del corazón, por los **surcos interventriculares**, **interauriculares** y **auriculoventriculares**.

Las **tres caras del corazón** son: una **anterior o esternocostal**, **una inferior o diafragmática**, y **una lateral o izquierda**.

La **cara anterior** o *esternocostal* mira hacia delante, a la derecha y un poco hacia arriba. El **segmento ventricular** está ocupado, en su parte posterior, por los orificios de los dos grandes troncos arteriales que salen del corazón: el **orificio aórtico** y el **orificio de la arteria pulmonar**, situado por delante de aquél. El segmento auricular presenta una ancha depresión, que recibe en su concavidad a la **aorta** y la **arteria pulmonar**. El fondo de la depresión corresponde al **tabique interauricular**.

La **cara inferior** o *diafragmática* es ligeramente convexa y está un poco inclinada hacia abajo y hacia delante.

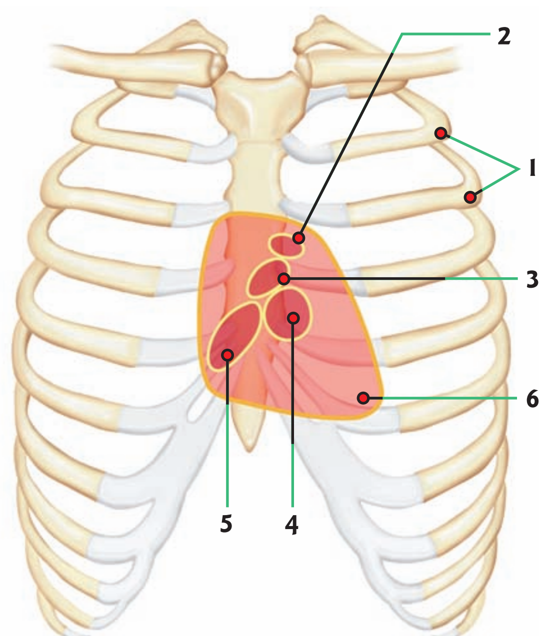
La **cara lateral o izquierda** mira hacia la izquierda y hacia atrás, es convexa de arriba hacia abajo. En el segmento auricular, se observa la aurícula izquierda.

El **borde derecho** separa la cara anterior de la inferior. Los **bordes izquierdos** separan la cara lateral izquierda de las caras anterior e inferior.

La **base** del corazón está constituida únicamente por las aurículas, y dividida en dos segmentos, uno derecho y otro izquierdo, por el **surco interauricular**. En la aurícula derecha se encuentran las desembocaduras de las venas cavas superior e inferior. En la aurícula izquierda, se ven los orificios de las cuatro venas pulmonares que en ella desembocan.

El **vértice** o punta del corazón está dividido por una ligera depresión, que une el surco interventricular anterior con el surco interventricular inferior, en dos partes: una, derecha, pequeña, que corresponde al ventrículo derecho, y otra, izquierda, más voluminosa, que pertenece al ventrículo izquierdo y ocupa el vértice mismo del corazón.

UBICACIÓN DEL CORAZÓN EN RELACIÓN CON LOS HUESOS DEL TÓRAX



1. Costillas
2. Orificio pulmonar
3. Orificio aórtico
4. Orificio mitral
5. Orificio tricúspide
6. Vértice del corazón

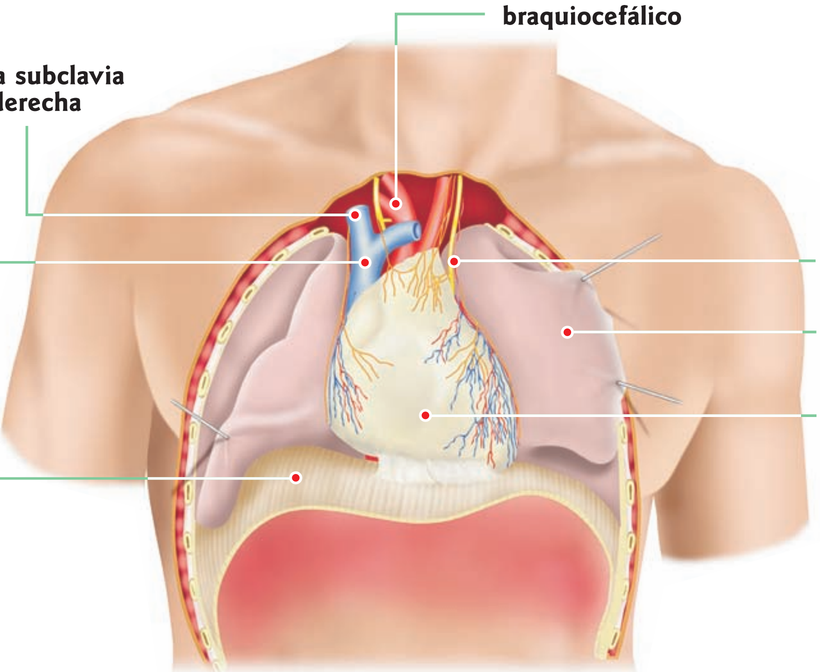
El corazón presenta una consistencia compacta y es de color rojizo. Su tamaño fue comparado con el de un puño cerrado de la misma persona. Pesa, aproximadamente, 240 a 260 gramos en la mujer, y 250 a 280 gramos en el hombre.

Estructura tisular del corazón

El corazón está envuelto por una capa fibroserosa o **pericardio**, que se compone de dos partes. La exterior o superficial, fibrosa, es el **saco fibroso pericárdico**; la otra, profunda, es la **serosa pericárdica**.

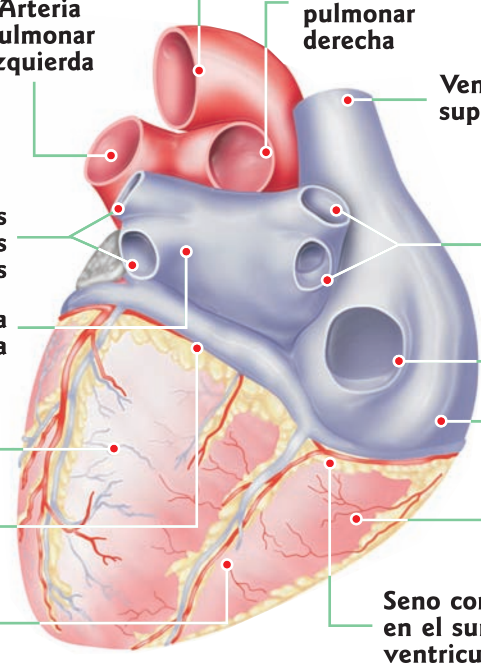
Por debajo del pericardio se encuentra la **túnica muscular gruesa** o miocardio, responsable del trabajo cardíaco.
Internamente el corazón está revestido por el **endocardio**, que se continúa con la túnica interna de los vasos: por eso tienen las mismas características: finos y lisos para facilitar la circulación.

El saco fibroso pericárdico ciñe el corazón y se une, mediante ligamentos, a los órganos vecinos: el esternón, la columna vertebral y el diafragma.

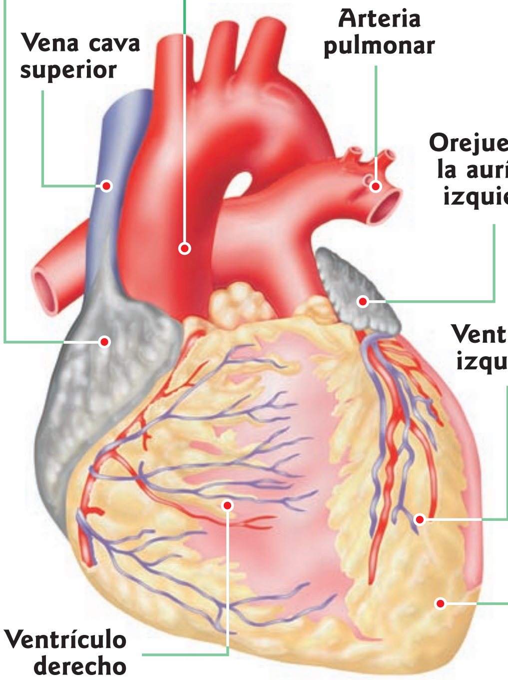


*Las dos aurículas se prolongan en dos divertículos aplanados de contornos irregulares: son las **orejuelas derecha e izquierda**, que rodean respectivamente a la aorta y a la arteria pulmonar. El **mediastino** es la región media de la caja torácica.*

CORAZÓN: vista posterior



CORAZÓN: vista anterior



Fotografía de la válvula mitral. Ambas válvulas, la mitral y la tricúspide, están formadas por pliegues del endocardio, que se reflejan sobre un soporte de tejido fibroso, llamado cúspide.



Configuración interna del corazón

Las cavidades del corazón se dividen en derechas e izquierdas. Las **cavidades derechas**, es decir, **la aurícula y el ventrículo derechos**, están separadas de las cavidades izquierdas, **la aurícula y el ventrículo izquierdos**, por los **tabiques interauricular e interventricular**, de tal manera que el corazón parece estar constituido por dos mitades independientes, una derecha y otra izquierda. Cada aurícula se comunica con su respectivo ventrículo por los **orificios aurículo-ventriculares**, los cuales están provistos de un aparato valvular conformado por la **válvula aurículo-ventricular** derecha o **tricúspide** (por estar formada por tres valvas), e izquierda o **bicúspide** (por estar formada por dos valvas).

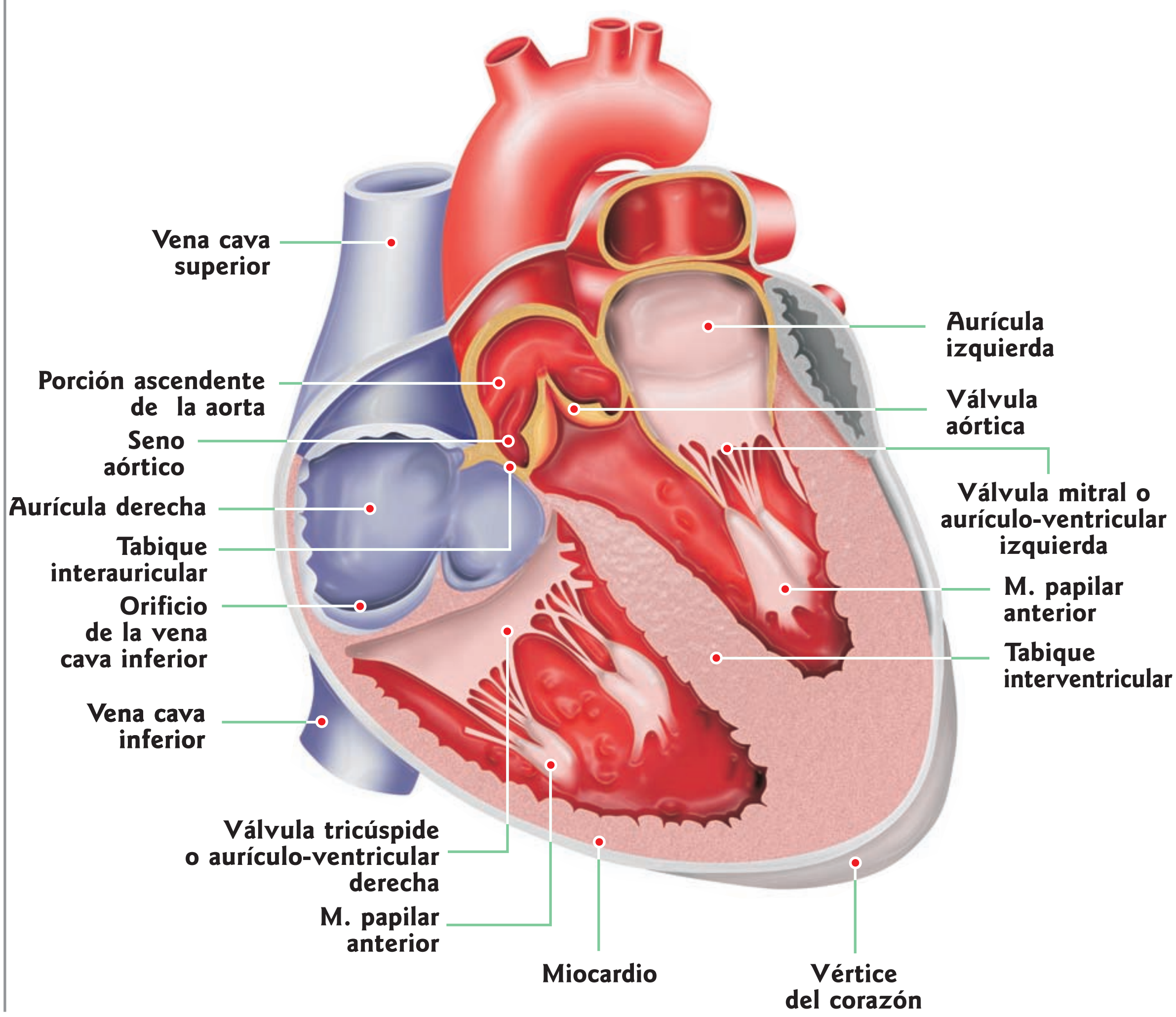
En el nacimiento de las arterias se encuentran los orificios arteriales, los cuales están provistos de tres válvulas: las **válvulas sigmoideas**. La válvula sigmoidea izquierda es la **aórtica**, y la válvula sigmoidea derecha es la **pulmonar**.

Las paredes de los ventrículos son mucho más gruesas que las de las aurículas porque deben bombear la sangre más lejos. Además, la pared del ventrículo izquierdo es aún más gruesa que la del ventrículo derecho porque aquél debe enviar la sangre a todo el cuerpo.

Las paredes de los ventrículos presentan muchas salientes musculares llamadas **columnas carnosas**, las que son de tres órdenes. Las columnas carnosas de primer orden, llamadas *pilares del corazón* o músculos papilares, están unidas por su base a la pared ventricular. De su vértice se desprenden delgadas cuerdas tendinosas que terminan en los bordes y en la cara parietal de las válvulas aurículo-ventriculares. Las columnas carnosas de segundo orden están unidas a la pared ventricular por sus dos extremidades y quedan libres en el resto de su extensión. Las columnas carnosas de tercer orden se adhieren a la pared en toda su longitud; son simples salientes de la pared ventricular.

Cuando las válvulas se abren, se adaptan a las paredes y permiten que la sangre pase libremente de la aurícula al ventrículo. Al producirse la contracción ventricular, las válvulas provocan el cierre del orificio e impiden el reflujo de la sangre desde el ventrículo a la aurícula.

VISTA VENTROLATERAL DE VENTRÍCULOS Y AURÍCULAS



El sistema arterial

Las arterias que traen sangre al corazón son dos: la **arteria pulmonar** y la **arteria aorta**.

• **Arteria pulmonar**. Es una arteria de recorrido corto. Mide 3 cm de diámetro. En el orificio que la comunica con el ventrículo derecho, donde nace, se encuentra la **válvula sigmoidea pulmonar**. La arteria pulmonar se bifurca y origina la arteria pulmonar derecha y la arteria pulmonar izquierda; ambas se dirigen a los pulmones, conduciendo sangre carboxigenada.

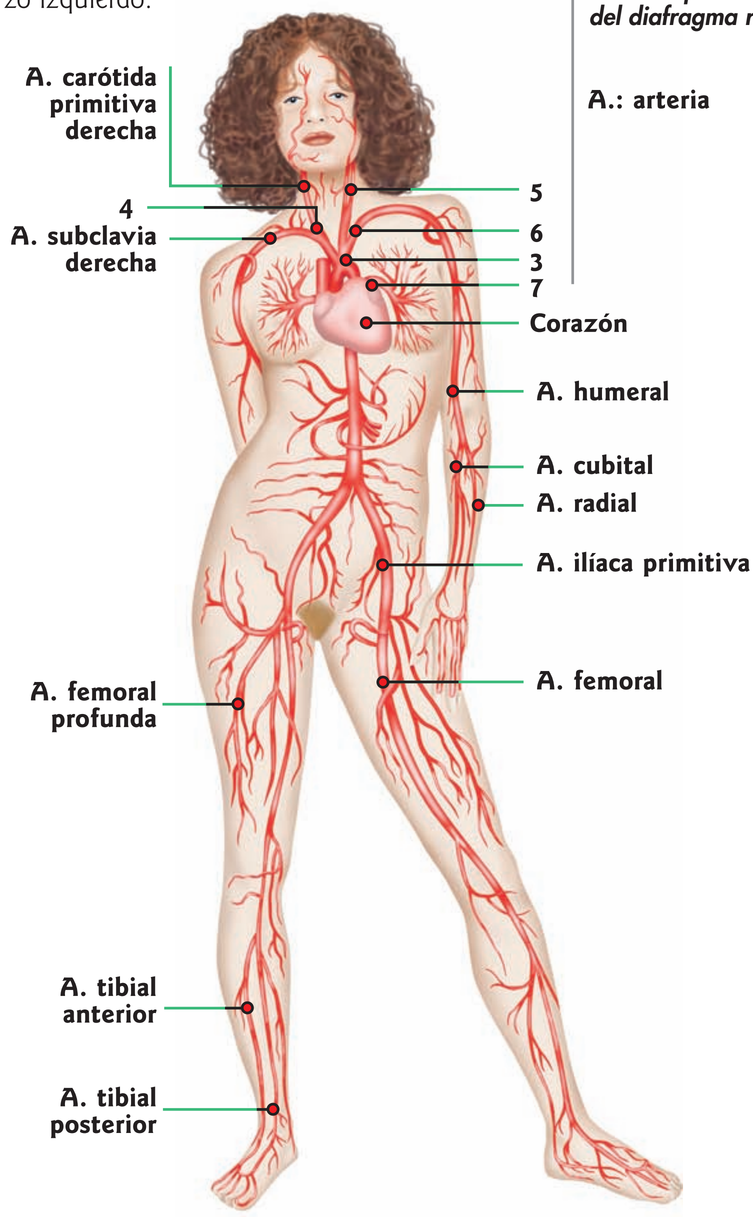
• **Arteria aorta**. De 3 cm de diámetro, esta arteria tiene un largo recorrido. Nace en la base del ventrículo izquierdo, y su orificio también está provisto de una **válvula sigmoidea**. Traza una curva o cayado (**cayado aórtico**) y desciende en forma vertical, en contacto con la columna vertebral. Termina a nivel de la 4.ª vértebra lumbar, dividiéndose en dos ramas: las **arterias ilíacas primitivas derecha e izquierda**.

Cayado de la aorta

• En la porción ascendente del cayado, nacen las **arterias coronarias**, que se introducen en los surcos aurículo-ventriculares e interventriculares.

• En la porción horizontal del cayado, nacen:

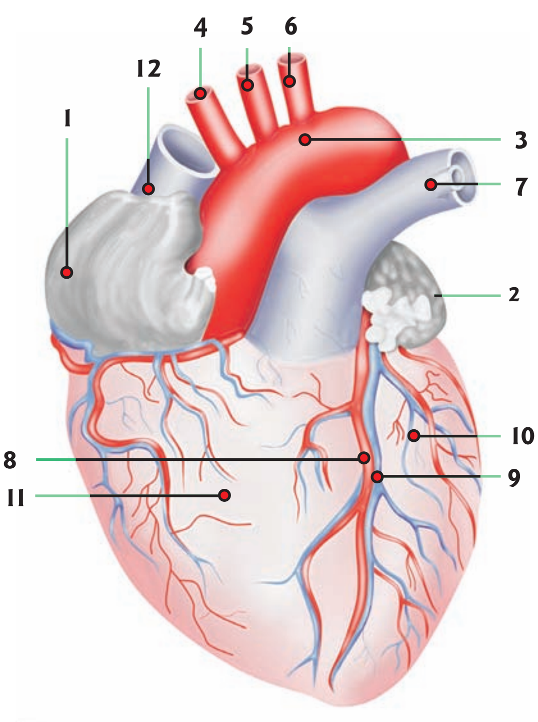
- el **tronco braquiocefálico (4)**, que da dos ramas, la **carótida primitiva derecha**, que asciende por la región cervical derecha, y la **subclavia derecha**, que se dirige al brazo derecho;
- la **carótida primitiva izquierda**, que asciende a la región cervical izquierda;
- y la **subclavia izquierda**, que se dirige al brazo izquierdo.



Según lo descripto, se distingue en la aorta un cayado (con una porción ascendente y una horizontal), y una aorta descendente (con una porción torácica y una abdominal, situadas por encima y por debajo del diafragma respectivamente).

A.: arteria

VASOS CORONARIOS: vista anterior



1. Orejuela de la aurícula derecha
2. Orejuela de la aurícula izquierda
3. Cayado de la aorta
4. Arteria subclavia derecha
5. Arteria carótida primitiva
6. Arteria subclavia izquierda
7. Arteria pulmonar
8. Arteria coronaria en el surco interventricular
9. Vena coronaria mayor en el surco interventricular (sistema venoso)
10. Ventrículo izquierdo
11. Ventrículo derecho
12. Vena cava superior (sistema venoso)

Ver *diafragmáticas* en pág. 87

Ver *arteria humeral* en pág. 86

Ver *arteria ilíaca primitiva* en págs. 86 y 87

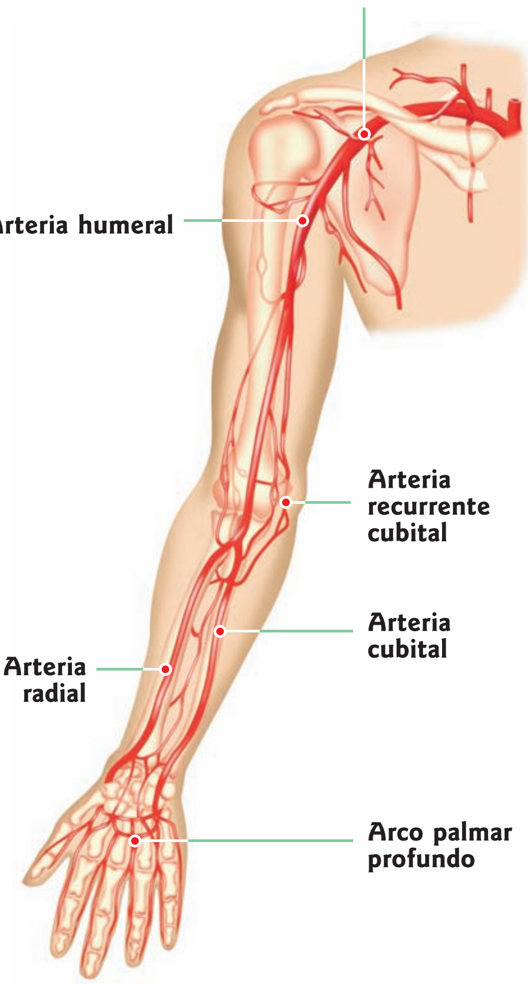
Arteria aorta descendente

• En la porción torácica, la aorta descendente da las siguientes ramas:
- las **bronquiales** (3), que van a los bronquios;
- las **esofágicas** (5 a 7), que irrigan al esófago;
- las **mediastínicas** posteriores (de número variable), que se dirigen al mediastino;
- las **intercostales** (12 de cada lado), que van a los espacios intercostales.

• En la porción abdominal, la aorta descendente da:
- las **diafragmáticas inferiores**, que irrigan algunos órganos del tubo digestivo;
- el **tronco celíaco**, que da tres ramas: la **esplénica** para el bazo, la **coronaria estomática** para el estómago, y la **arteria coronaria hepática** para el hígado;
- las **mesentéricas superior e inferior**, que irrigan el intestino delgado y el grueso;
- las **renales**, que irrigan los riñones.

Ramas terminales de la aorta

La **aorta terminal** se divide en dos: las **arterias ilíacas primitivas derecha e izquierda**. Cada una de ellas se divide en dos ramas: la **ilíaca externa** (que se dirige a los muslos) y la **ilíaca interna** (que irriga los órganos de la cavidad pelviana).



Arterias del miembro superior

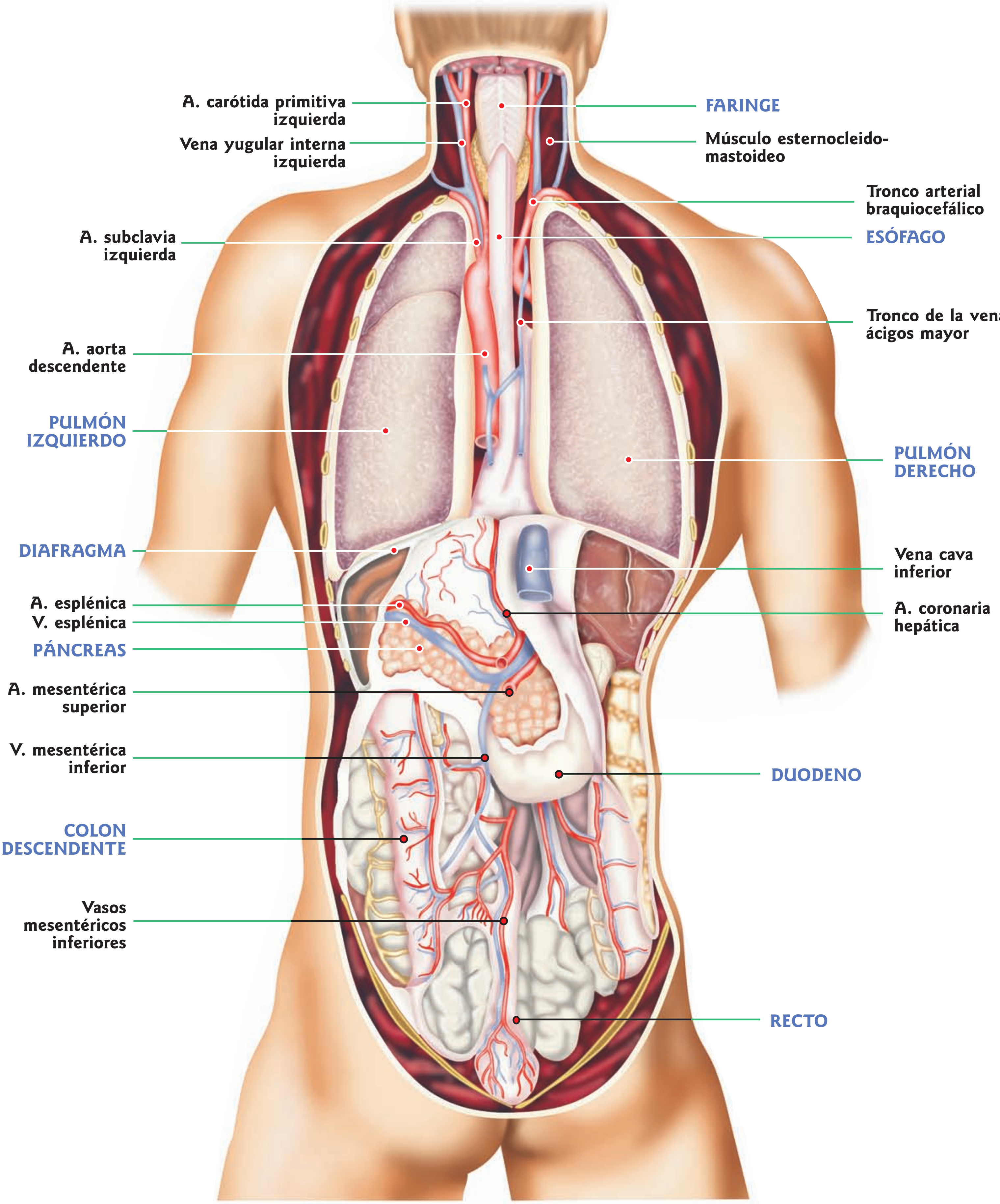
La arteria subclavia de cada lado, al llegar a la axila, cambia de nombre, llamándose ahora arteria axilar. Esta arteria, al penetrar en el brazo, se denomina **arteria humeral**. En el pliegue del codo, la humeral se divide en dos ramas que recorren el antebrazo: la arteria radial y la arteria cubital. Estas dos arterias forman en la palma de la mano los **arcos palmares superficial y profundo** que dan ramas que irrigan esta región.

Arterias del miembro inferior

La **arteria ilíaca externa** se dirige al muslo, donde toma el nombre de **arteria femoral**. La arteria femoral recorre el muslo oblicuamente y, rodeándolo por su parte interna, penetra en la región poplítea, donde se denomina **arteria poplítea**. Esta arteria se divide en dos ramas: la tibial anterior y el tronco tibioperóneo. La **arteria tibial anterior**, al llegar al dorso del pie, toma el nombre de **arteria pedía**. El tronco tibioperóneo da dos ramas: la arteria tibial posterior y la **arteria perónea** que se dirigen hacia la planta del pie.



CAVIDADES TORÁCICA Y ABDOMINAL:
vista posterior



El sistema venoso

El sistema venoso está inervado por el sistema simpático, que mantiene el tono muscular de sus paredes. La falta de estímulo provoca la distensión y la acumulación de sangre.

Ver *vena cava superior* en págs. 87, 89 y 90

Ver *venas pulmonares* en pág. 89

Ver *vena coronaria mayor* en pág. 89

Al sistema de la arteria aorta y de la arteria pulmonar corresponde un sistema venoso, por donde regresa la sangre que las arterias conducen. La sangre que va a los pulmones por la arteria pulmonar regresa al corazón por las **venas pulmonares**. La que va al cuerpo y al propio corazón por la aorta y sus ramas retorna por las **venas cavas** y las **venas coronarias**.

Subsistema venas pulmonares

Dos derechas y dos izquierdas, van desde los pulmones a la aurícula izquierda. Nacen en los capilares, en que terminan las ramificaciones de la arteria pulmonar, dentro de cada pulmón. Estas venas conducen sangre oxigenada.

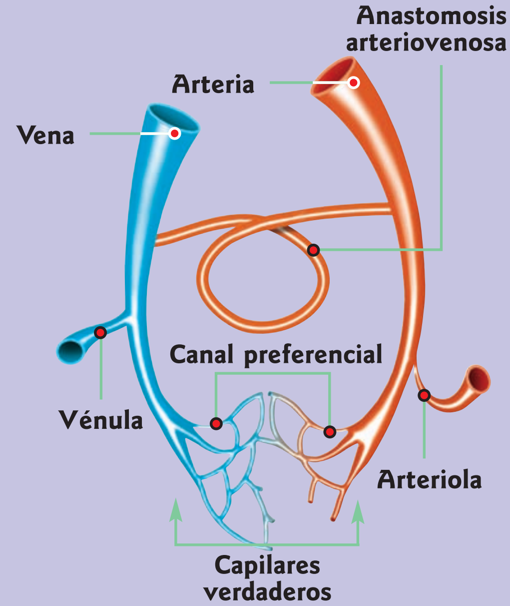
Venas cardíacas

La sangre carboxigenada del propio corazón es transportada por pequeñas venas entre las que se destaca la **vena coronaria mayor**.

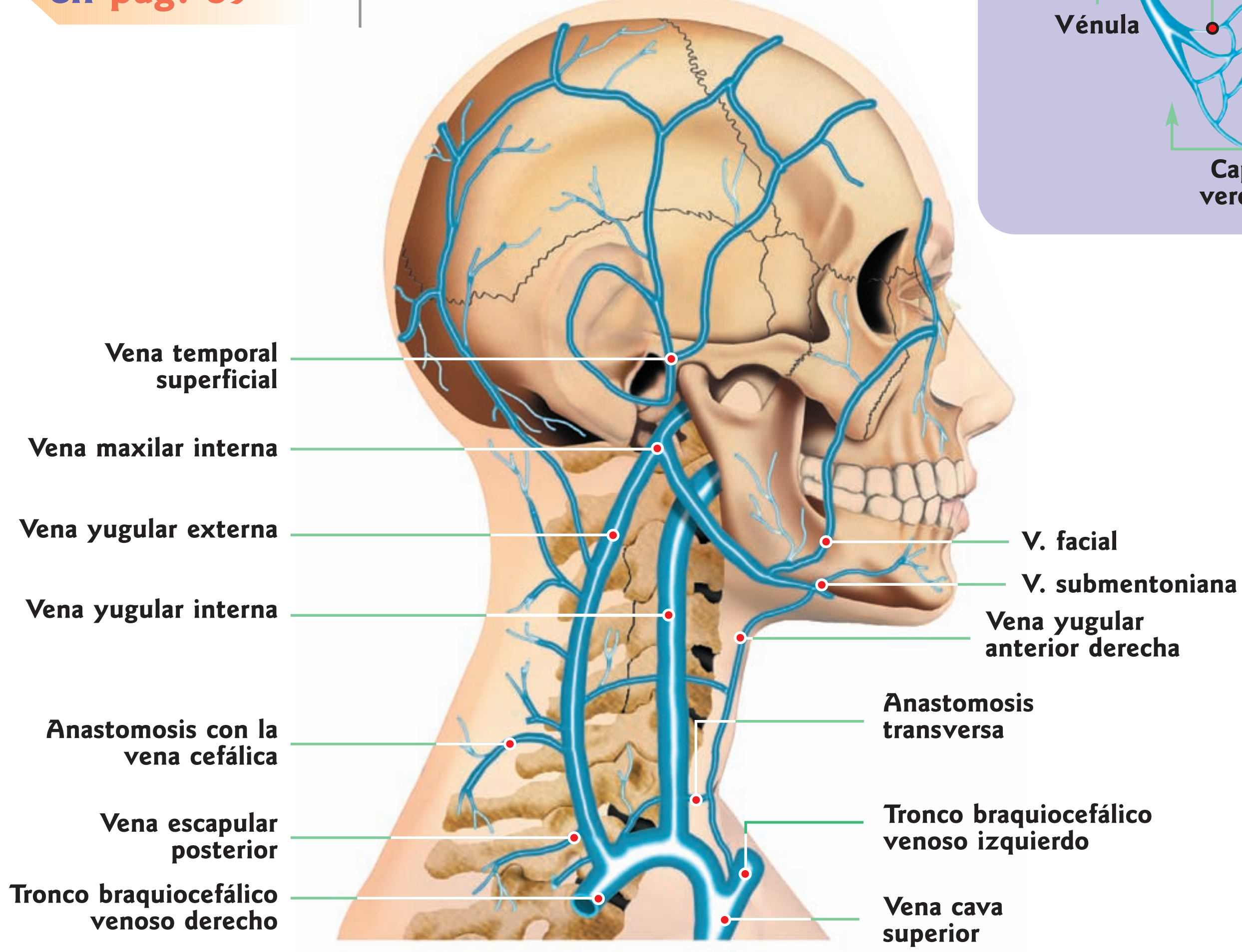
Subsistema de la vena cava superior

La **vena cava superior** se forma por la anastomosis de dos **troncos venosos braquiocefálicos**, derecho e izquierdo. A su vez, cada tronco braquiocefálico venoso se forma por la anastomosis de la **vena yugular interna**, que desciende por la región cervical, y de la **vena subclavia** correspondiente. La **vena cava superior** vierte en la aurícula derecha toda la sangre carboxigenada procedente de las venas de la porción del cuerpo situada por encima del diafragma.

ANASTOMOSIS DE LAS REDES CAPILARES



VASOS DE LA CABEZA Y EL TRONCO



Vena cava inferior

Esta gruesa y larga vena recibe la sangre carboxigenada de toda la porción del cuerpo que está por debajo del diafragma y la vierte en la aurícula derecha. La **vena cava inferior** se origina por la anastomosis de las **venas ilíacas primitivas**, **derecha e izquierda**. A su vez, cada ilíaca primitiva proviene de la unión de las **venas ilíacas externa e interna** correspondientes.

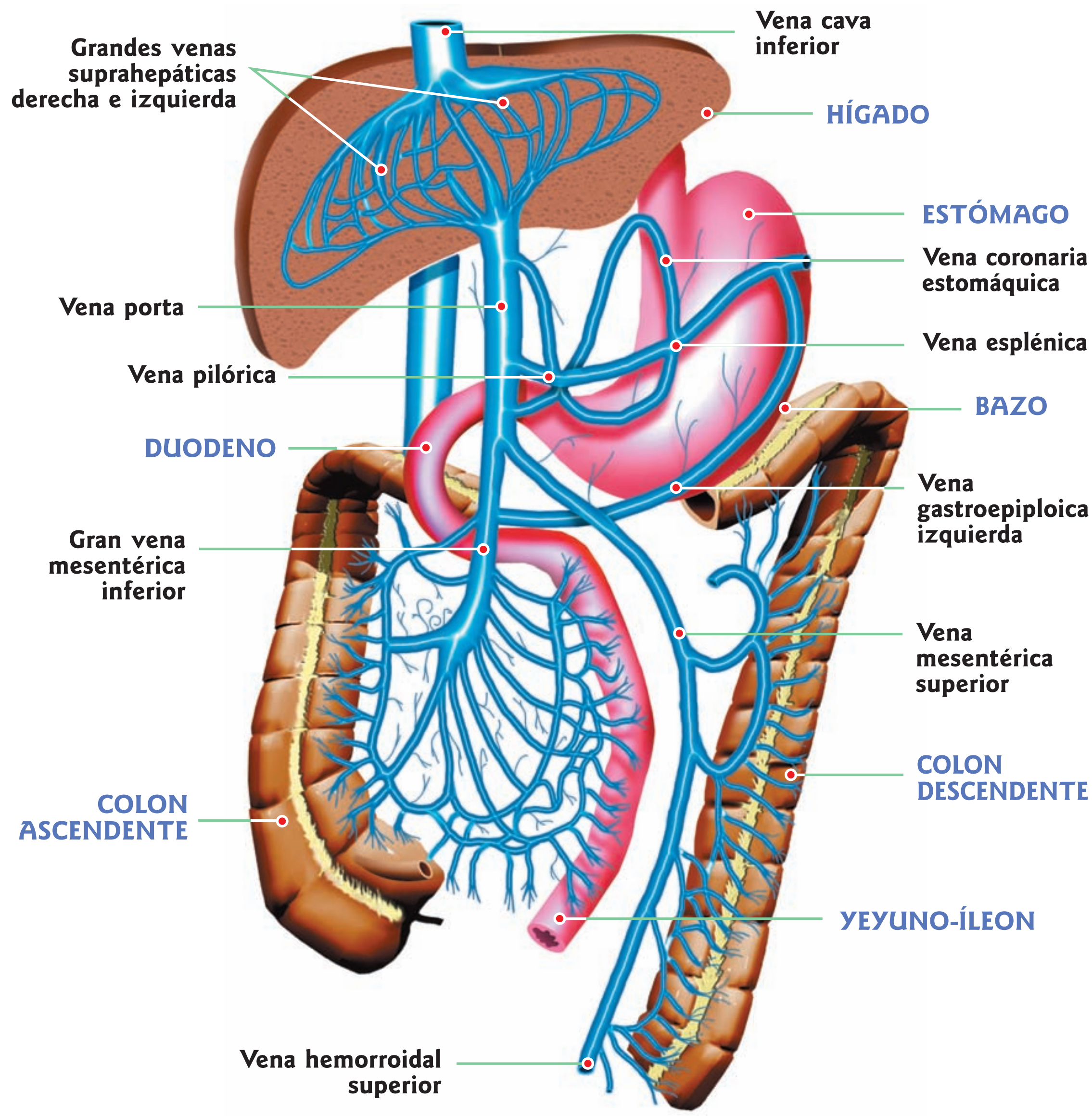
Subsistema de la vena porta

El subsistema de la **vena porta** es un sistema venoso dispuesto transversalmente entre el árbol arterial y el árbol venoso, a los que une. La **vena porta** se origina por la unión de la **vena esplénica** y las **mesentéricas superior e inferior**. Primero se une la vena esplénica, que viene del bazo, con la vena mesentérica inferior, que viene del intestino. El tronco venoso común que se forma se une con la **vena mesentérica superior**, que también procede del intestino, originando la **vena porta**. La **vena porta** da dos ramas terminales que se introducen en el hígado por el surco transverso de esta glándula. Estas ramas se dividen a su vez, hasta formar redes capilares. A partir de estas redes capilares se constituyen nuevas venas, que finalmente, con el nombre de **venas suprahepáticas**, salen del hígado y desembocan en la **vena cava inferior**.

Las venas de los miembros superiores e inferiores son superficiales y profundas. Unas y otras se comunican entre sí por medio de redes.



SUBSISTEMA DE LA VENA PORTA



Ver *vena cava inferior* en págs. 89, 90 y 93

Las venas en las que la sangre corre de abajo hacia arriba, como las de los miembros inferiores, están provistas de válvulas ubicadas a diferentes distancias.
Estas válvulas están formadas por una doble capa de endotelio, en forma de hojas que se unen y se cierran, lo que impide el reflujo de la sangre hacia abajo y el fraccionamiento de la columna líquida.

Funciones de los vasos y el corazón

Como vimos, la conformación de nuestro sistema circulatorio es bastante compleja. Esto se debe a que la circulación humana tiene determinadas características para poder transportar nutrientes y oxígeno a cada célula del cuerpo, y recoger sustancias de desecho para eliminarlas por diferentes vías.

El sistema cardiovascular humano comprende un órgano impulsor de la sangre, el corazón, y un conjunto de vasos por los que ésta circula: arterias, venas y capilares.

La circulación del ser humano se define como vascular, cerrada, doble y completa.

Vascular: porque la sangre circula por vasos sanguíneos.

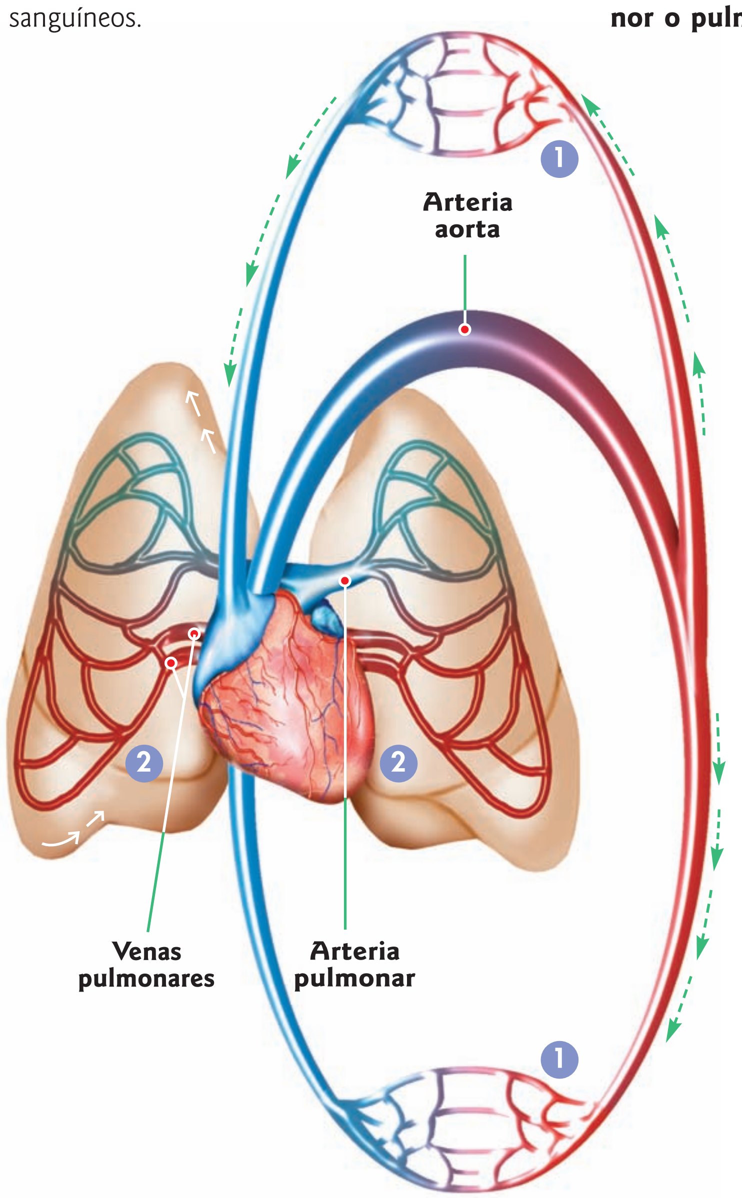
Cerrada: porque la sangre no sale de los vasos sanguíneos.

Doble: porque la sangre recorre dos circuitos, el pulmonar o menor, y el corporal o mayor.

Completa: porque la sangre carboxigenada no se mezcla con la oxigenada.

El doble circuito de la sangre

La sangre recorre dos circuitos: **circulación mayor**, **sistémica o corporal**, y **circulación menor o pulmonar**.



1 **Circulación mayor.** La sangre oxigenada es impulsada desde la aurícula izquierda hacia el ventrículo izquierdo, y de allí pasa a la arteria aorta. Ésta se bifurca en arterias de menor calibre, arteriolas y capilares; así, la sangre recorre toda la superficie corporal y deja, a su paso, el oxígeno en las células. A su vez, la sangre se carga de dióxido de carbono producido en las células, por lo que se transforma en carboxigenada. Los capilares arteriales se prolongan con los venosos, los cuales se reúnen en vasos de cada vez mayor calibre hasta formar las venas cavas superior e inferior. Estas venas llevan la sangre carboxigenada hasta la aurícula derecha. Allí termina la circulación mayor y comienza la circulación menor.

2 **Circulación menor.** La sangre carboxigenada pasa de la aurícula derecha al ventrículo derecho, y de allí es impulsada hacia la arteria pulmonar. Esta arteria lleva la sangre directamente a los pulmones. En los alvéolos pulmonares, tiene lugar el intercambio gaseoso o hematosis, y la sangre oxigenada vuelve a la aurícula izquierda a través de las venas pulmonares, donde finaliza la circulación menor.

Las venas pulmonares son la únicas que transportan sangre oxigenada (de los pulmones al corazón). Las arterias pulmonares son las únicas que llevan sangre carboxigenada (del corazón a los pulmones).

El funcionamiento del corazón

Para impulsar la sangre a través del sistema circulatorio, el corazón realiza un **ciclo cardíaco**, al cual se lo define como la **sucesión de fenómenos químicos, eléctricos, mecánicos y sonoros que suceden desde una sístole auricular hasta la siguiente**. Todo el ciclo cardíaco dura 0,8 segundos.

INTERCAMBIO DE IONES DE Ca^{++} y Na^{+} → **EXCITACIÓN DEL MIOCARDIO** → **MOVIMIENTOS MECÁNICOS**

Fenómenos químicos

El sistema nervioso y todos los músculos del cuerpo humano se excitan a causa de los intercambios químicos de los iones que entran y salen de cada una de las células que los componen.
En las fibras cardíacas se produce un intercambio de iones de calcio ($Ca++$) y sodio ($Na+$) entre las fibras del miocardio y la sangre de los vasos que las irrigan. Este intercambio da origen a una excitación que produce los movimientos mecánicos.

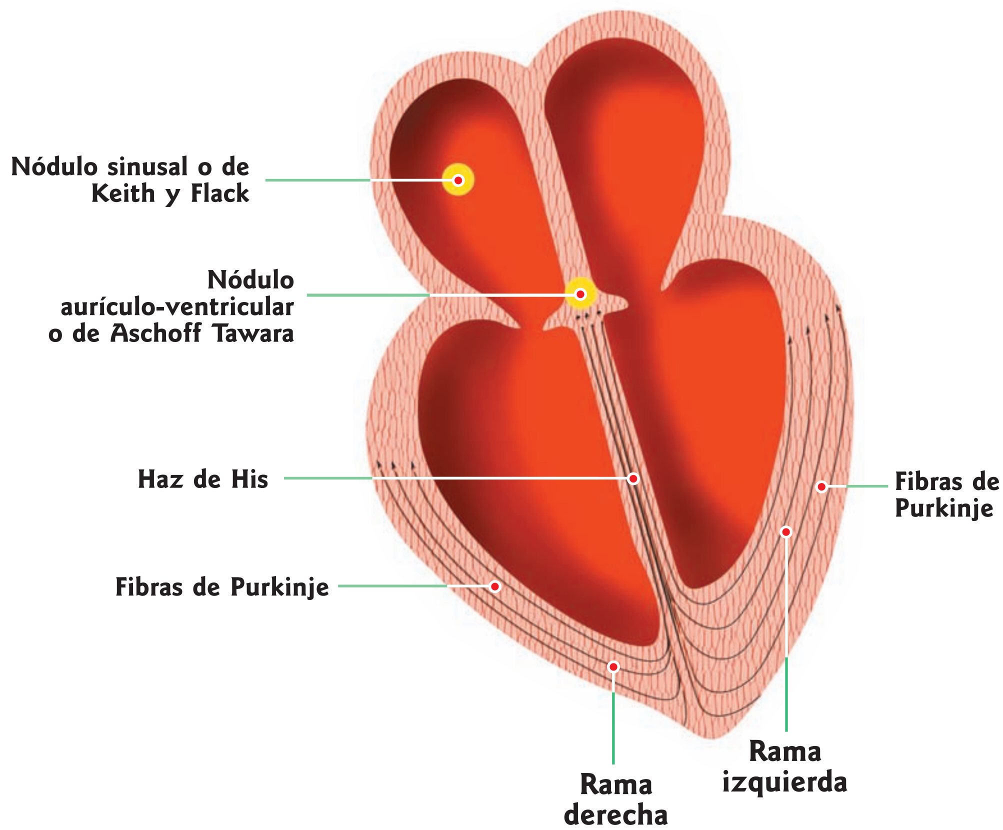
Fenómenos eléctricos

Todo órgano que trabaja produce electricidad. El funcionamiento del corazón es posible porque posee un sistema que propaga un impulso eléctrico a todo el músculo cardíaco. Este impulso se origina cuando los intercambios iónicos provocan la excitación de un conjunto de fibras cardíacas modificadas, ubicadas en el miocardio de la aurícula derecha, que constituyen el **nódulo sinusal** o **de Keith y Flack**.
El impulso eléctrico se propaga por el resto del sistema automático: el **nódulo aurículo-ventricular** o de **Aschoff-Tawara** y el **haz de His**, con sus ramas izquierda y derecha y las fibras de Purkinje.

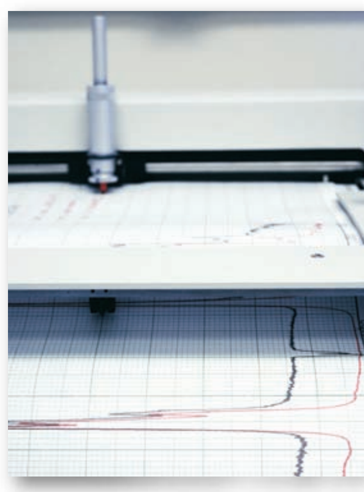
Fenómenos mecánicos

El corazón, como todo músculo, tiene la propiedad de contraerse. Cuando lo hace, sus cavidades se reducen. Esta reducción se denomina *sístole*. Cuando el corazón se relaja, recobra su forma primitiva y las cavidades se dilatan. Esta dilatación se llama *diástole*.
Durante las *diástoles*, las aurículas y los ventrículos están relajados y se llenan de sangre, mientras que, durante las sístoles, la sangre es arrojada de la cavidad. La sucesión de *sístoles y diástoles* —los movimientos que permiten al corazón actuar como una bomba— forman el ciclo cardíaco.

FENÓMENOS ELÉCTRICOS



La actividad eléctrica del corazón se mide por medio del electrocardiógrafo, que registra las variaciones de las ondas eléctricas y las transcribe en el electrocardiograma.



El nódulo sinusal o de Keith y Flack es considerado un verdadero marcapasos del corazón, ya que su frecuencia de descarga determina la frecuencia del latido cardíaco.

Frecuencia cardíaca

Consiste en el número de ciclos cardíacos que se producen en un minuto. En condiciones normales, oscila entre 60 y 90 ciclos cardíacos por minuto, en el adulto. Estos valores se modifican a lo largo de la vida, ya que disminuyen a medida que aumenta la edad.

- **Recién nacido**: 140 cc/min.
- **Niño**: 90 cc/min.
- **Adulto**: 75 cc/min.

En algunas situaciones, la frecuencia cardíaca se altera por causas funcionales (cuando son de carácter adaptativo del organismo) o disfuncionales (una enfermedad).

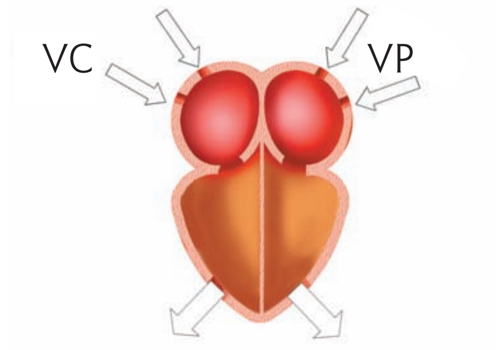
- **Bradicardia**: menos de 60 cc/min.
- **Normocardia**: entre 60 y 90 cc/min.
- **Taquicardia**: más de 90 cc/min.



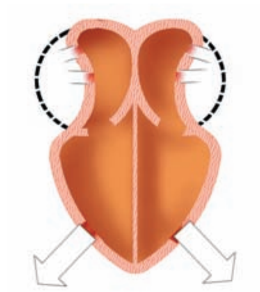
El trabajo auricular y el ventricular son simultáneos, y el ciclo dura 0.8 segundos, durante el cual la diástole auricular y la diástole ventricular coinciden durante 0.4 segundos. Este proceso se repite sucesivamente durante toda la vida.

Descripción de cada sístole y diástole

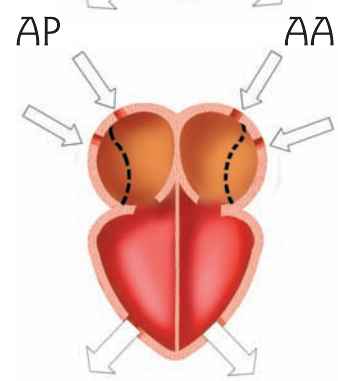
La **aurículas** están en **diástole**, llenas con sangre provenientes de las venas pulmonares (VP) y cavas (VC). Las **válvulas aurículo-ventriculares** están cerradas y aumenta la **presión** sanguínea intraauricular. Los **ventrículos** están en **diástole** y las **válvulas sigmoideas** están **cerradas**.



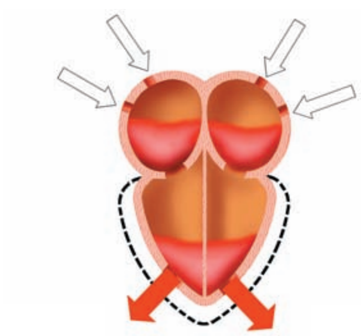
Se produce la **sístole auricular** por contracción de las aurículas. Las válvulas aurículo-ventriculares se abren. La **diástole ventricular** continúa y los ventrículos se llenan con sangre. Las **válvulas sigmoideas** se mantienen **cerradas**.



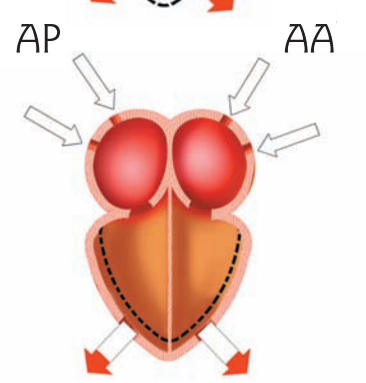
Las **válvulas aurículo-ventriculares** se cierran y producen un sonido (**primer ruido cardíaco**). Los **ventrículos** se llenan completamente, pero las válvulas sigmoideas están cerradas. La presión sanguínea intraventricular aumenta. Se produce una nueva **diástole auricular**.



Las **válvulas aurículo-ventriculares** se mantienen cerradas. Se produce una **sístole ventricular** y se abren las **válvulas sigmoideas**, por lo que comienza el pasaje de sangre hacia las arterias pulmonares (AP) y la arteria aorta (AA). Continúa la **diástole auricular** y las **aurículas** comienzan a llenarse.



Los **ventrículos**, ya vacíos, inician una **diástole ventricular**. Las válvulas sigmoideas se cierran y producen el **segundo ruido cardíaco**. Continúa la diástole auricular y las aurículas completan su llenado, mientras las válvulas aurículo-ventriculares siguen cerradas.



REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL CICLO

Segundos	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
C. Auricular			DIÁSTOLE AURICULAR					SA
C. Ventricular		S. V.				D. V.		

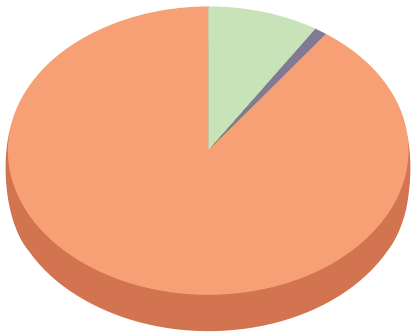
La composición de la sangre

Todas las células de un organismo dependen del sistema circulatorio, por cuanto la sangre es la que distribuye las sustancias nutritivas y recoge las sustancias tóxicas que provienen del metabolismo celular.

La sangre está compuesta, en un 55 % por una sustancia líquida: el plasma; y en un 45 % por los elementos celulares.

El **plasma** es un líquido de color amarillento que actúa como una sustancia intercelular líquida. En él se mueven las células sanguíneas.
Sus funciones son las siguientes:
- conducir las células sanguíneas;
- transportar sustancias alimenticias;
- conducir sustancias nocivas desde las células hacia los **riñones** y las **glándulas sudoríparas** (donde son eliminadas al exterior), y dióxido de carbono hacia los pulmones.

COMPOSICIÓN DE LA SANGRE



90 % Agua
9 % Sustancias orgánicas (por ej., fibrinógeno)
1 % Sustancias minerales

Ver *riñones* en pág. 107

Ver *glándulas sudoríparas* en pág. 142

El **plasma** sanguíneo está constituido por dos tipos de sustancias, unas de concentración variable *(urea, hormonas)* y otras de concentración constante.
Las **células sanguíneas** o elementos figurados de la sangre pertenecen a tres clases: **hematíes**, **eritrocitos** o **glóbulos rojos**; **leucocitos** o **glóbulos blancos**; y **trombocitos** o **plaquetas**.

	Glóbulos rojos	Glóbulos blancos	Plaquetas
Características	Con forma de disco bicóncavo, en su origen son nucleados pero luego pierden el núcleo. Contienen hemoglobina para transportar los gases respiratorios.	Son células con núcleo. Se diferencian en leucocitos y linfocitos.	Son fragmentos de células a menudo sin núcleo.
Origen	Se originan en la médula ósea y se almacenan en el bazo.	Los leucocitos se originan en la médula ósea, y los linfocitos se forman en los ganglios linfáticos.	Se originan en la médula ósea.
Destrucción	Hígado y bazo.	Hígado y bazo.	Hígado y bazo.
Cantidad	5 000 000/mm^3 de sangre	6 000 a 8 000/mm^3 de sangre	150 000 a 300 000/mm^3 de sangre
Función	Transportan los gases respiratorios.	Defensa del organismo, para lo cual engloban y digieren las partículas extrañas.	Intervienen en la coagulación.



Una de las pruebas que se realizan antes de una intervención quirúrgica es el tiempo de coagulación.



¿Por qué se coagula la sangre?

Dentro del organismo, la sangre fluye en estado líquido y no se coagula debido a la acción de una proteína: la *heparina*. En cambio, fuera de los vasos, sí se coagula.

Cuando la piel sufre una herida y se rompe un vaso sanguíneo, después de un tiempo, la sangre deja de fluir y se empieza a formar una cascarita que obstruye por completo su salida, fenómeno conocido como **coagulación sanguínea**.

Las plaquetas se adhieren a los bordes irregulares de la herida y forman un tapón plaquetario, liberando una enzima, la **tromboquinasa**. En presencia de ésta y de los iones de calcio, se activa el primer factor de coagulación: la **protrombina**. Otro mecanismo libera del interior de las plaquetas otra sustancia, la **tromboplastina**, que favorece la transformación de protombina en **trombina**. Bajo la influencia de la **trombina**, el **fibrinógeno**, una de las proteínas disuelta en el plasma, se transforma en **fibrina insoluble**. Esta sustancia forma una red en la que quedan atrapados los glóbulos blancos y rojos, constituyendo así el **coágulo sanguíneo**.

Cuando algunos de los mecanismos mencionados faltan o resultan inactivos (por ejemplo, ausencia de calcio, insuficiente o nula producción de plaquetas, falta de fibrinógeno), una herida leve puede resultar muy peligrosa porque la sangre no se coagula.

Los grupos sanguíneos

El **grupo sanguíneo** es un caracter hereditario de gran importancia. Se pueden distinguir cuatro grupos básicos: **A**, **B**, **AB** y **0**. Que una persona pertenezca a uno u otro grupo depende de los **aglutinógenos** o **antígenos**, proteínas específicas presentes en las membranas plasmáticas de los glóbulos rojos. Hay dos clases de aglutinógenos: **A** y **B**.

Las personas que poseen el aglutinógeno A pertenecen al **grupo sanguíneo A**; las que poseen el B pertenecen al **grupo B**. Las personas que poseen los dos aglutinógenos integran el **grupo AB**. En cambio, las que carecen de estas proteínas pertenecen al **grupo 0**.

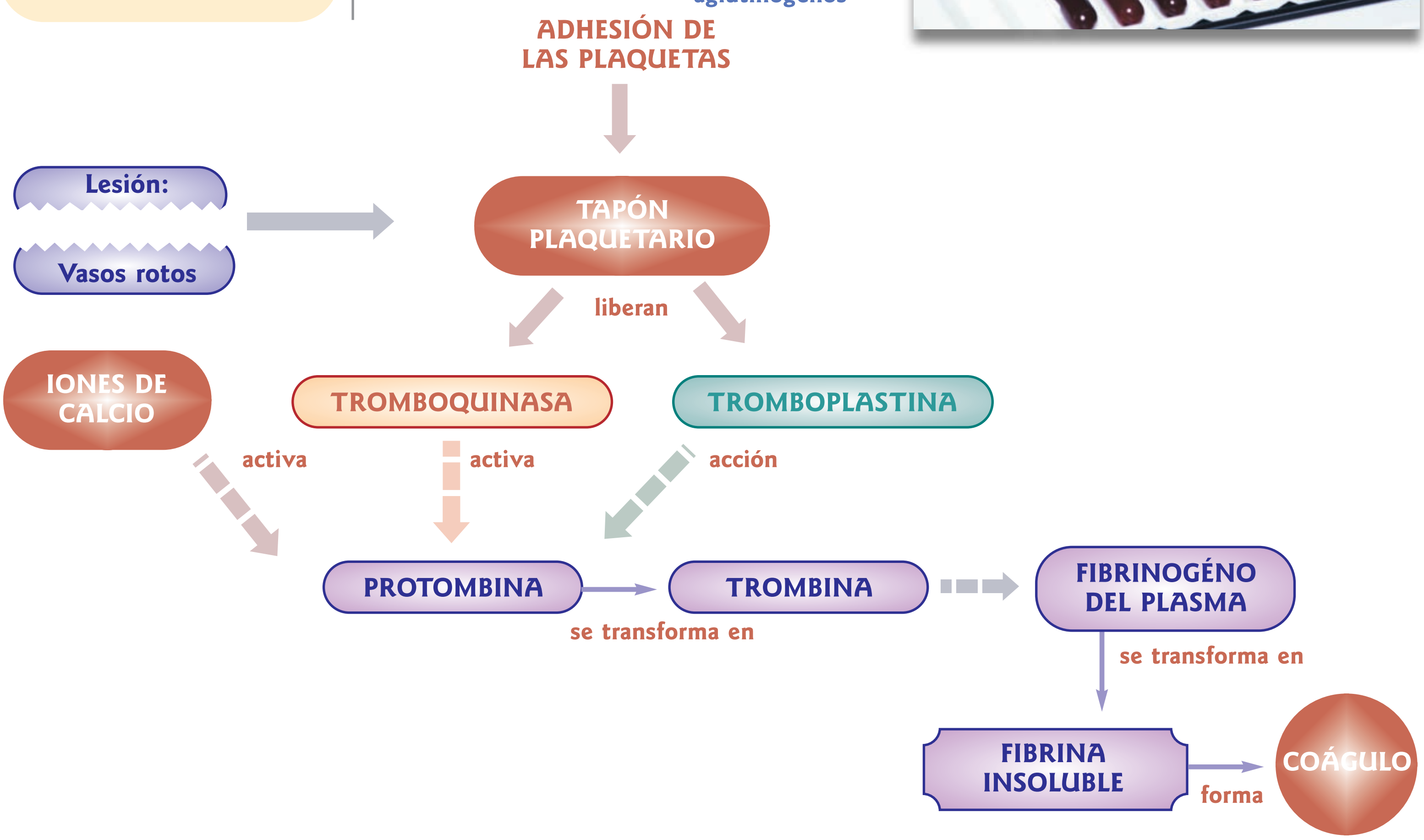


Las **algutininas, sustancias que contienen el suero,** se denominan según el aglutinógeno al que hacen aglutinar:

antiA → aglutina al aglutinógeno A

antiB → aglutina al aglutinógeno B

antiAB → aglutina ambos aglutinógenos



Los grupos sanguíneos

Otro **aglutinógeno** presente en los **glóbulos rojos** de algunas personas se denomina **factor Rhesus** o **Rh**. Las personas que lo poseen pertenecen al factor Rh + (positivo) y en su plasma circula una aglutinina **antiRh**, incompatible con el factor Rhesus.

También el **factor Rh** debe tenerse en cuenta cuando se va a realizar una transfusión, para evitar que el plasma del receptor provoque la aglutinación de los glóbulos rojos del dador dentro del torrente sanguíneo de aquél.

Cada persona posee en su sangre una combinación de aglutinógenos y aglutininas que no desencadenan aglutinación.

SANGRE GRUPO	AGLUTINÓGENO (en la pared del glóbulo rojo)	AGLUTININA (en el plasma)
A	A	antiB
B	B	antiA
AB	AB	carece de aglutinina
0	carece de aglutinógeno	-

Cuando se realiza una **transfusión de sangre**, debe haber compatibilidad entre la sangre del receptor y la del donante; en caso contrario, los glóbulos rojos del dador se aglutinan y hemolizan en la sangre del receptor, poniendo en peligro su vida.
En este cuadro podemos observar la relación entre los grupos y su compatibilidad:

*Los **aglutinógenos** se llaman así porque, puestos en presencia de otras proteínas que circulan en el plasma sanguíneo (las **aglutininas**), pueden originar una reacción de aglutinación, por la cual los glóbulos rojos se adhieren entre sí y se destruyen. Este fenómeno se conoce como **hemólisis**.*

GRUPO	AGLUTINÓGENO	AGLUTININA	ES DADOR PARA EL GRUPO	ES RECEPTOR EL GRUPO
A	A	antiB o β	A - AB	O - A
B	B	antiA o α	B - AB	O - B
AB	AB	-	AB	AB - A - B - O
0	τ	α y β	A - B - AB - O	O

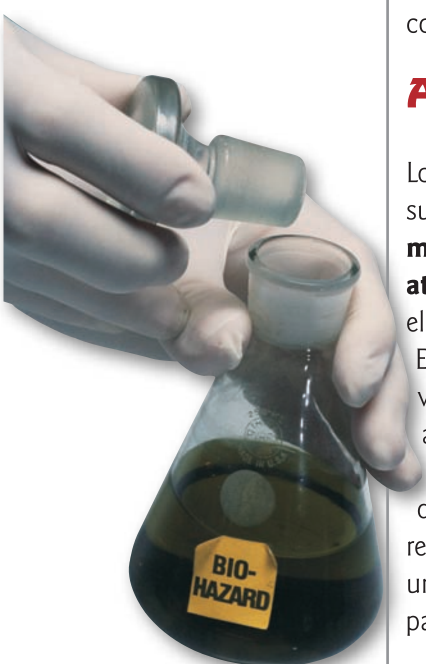
GRUPO	FACTOR	ES DADOR PARA:	ES RECEPTOR DE:
A	Rh^+	A^+ AB^+	A^+ A^- 0^+ 0^-
	Rh^-	A^+ A^- AB^+ AB^-	A^- 0^-
B	Rh^+	B^+ AB^+	B^+ B^- 0^+ 0^-
	Rh^-	B^+ B^- AB^+ AB^-	B^- 0^-
AB	Rh^+	AB^+	A^+ A^- AB^+ AB^- B^+ B^- 0^+ 0^-
	Rh^-	AB^+ AB^-	A^- AB^- B^- 0^-
0	Rh^+	A^+ AB^+ B^+ 0^+	0^+ 0^-
	Rh^-	A^+ A^- AB^+ AB^- B^+ B^+ 0^+ 0^-	0^-



Enfermedades del sistema circulatorio y de la sangre

El corazón y los vasos sanguíneos exigen un gran cuidado, pues de su buen funcionamiento depende gran parte de la salud del organismo. Hoy se sabe que muchas de las enfermedades que los afectan pueden prevenirse con una vida sana.

La hemofilia es un trastorno congénito-hereditario de la coagulación. Se transmite por el cromosoma sexual X y se manifiesta únicamente en los varones, mientras que las mujeres son solamente portadoras. El síntoma más general es la aparición de hemorragias por causas injustificadas.



Los **trastornos del sistema circulatorio** pueden originarse en un mal estado del corazón, de los vasos, o de ambos a la vez.
Las enfermedades cardíacas se llaman, de modo general, **cardiopatías**. Sus causas son numerosas y complejas: anomalías congénitas (que aparecen durante la gestación de un nuevos ser, factores hereditarios), lesión en las arterias coronarias que impide el riego normal del corazón, lesión en las aurículas o en todo el músculo cardíaco, enfermedades infecciosas.

Aneurismas y arteriosclerosis

Los grandes vasos, en especial la aorta, pueden sufrir dilataciones anormales, llamadas **aneurismas**, producidas generalmente por **placas de ateroma**, depósitos de colesterol que aumentan el grosor de sus paredes.
En la **arteriosclerosis**, este proceso degenerativo se agrava y produce el endurecimiento de las arterias y la pérdida de su elasticidad.
Las lesiones más peligrosas son las que se producen en los vasos sanguíneos que irrigan el cerebro y provocan accidentes cerebrovasculares, una de las principales causas de muerte en los países desarrollados.

La insuficiencia cardíaca

Consiste en la incapacidad del corazón para garantizar la distribución de la sangre que el organismo necesita en diferentes estados. Implica, por lo tanto, un reparto desequilibrado de la masa sanguínea en circulación y una *anoxia* (privación de oxígeno) a nivel de los tejidos.
Se producen por lesiones en la parte izquierda del corazón (**IVI: insuficiencia ventricular izquierda**), la parte derecha (**IVD: insuficiencia ventricular derecha**) o todo el músculo cardíaco (**ICG: insuficiencia cardíaca global**).
Las personas con **IVD** tienen sensación de pesadez (dolores hepáticos sordos), que se presentan con la marcha y aumentan si continúan andando. Otros signos son la turgencia de las venas yugulares y el aumento de la presión venosa. Generalmente, al final de una jornada, un enfermo de **IVI** tendrá edemas en los tobillos.
La **ICG** aparece, la mayor parte de las veces, como consecuencia de otras cardiopatías. Su signo funcional mayor es la **disnea**. Otras manifestaciones son: tos, expectoración, dolores hepáticos permanentes, palpitaciones frecuentes y, a veces, crisis anginosas.

Trombosis venosa o flebitis

Consiste en la inflamación de una vena por la formación de un coágulo sanguíneo. Se manifiesta, generalmente, por dolor, fiebre sin causa aparente y una aceleración del pulso.
Se presenta, en ocasiones, en personas inmovilizadas en la cama por enfermedades, en operados recientes y en embarazadas.

Enfermedades infecciosas que alcanzan el miocardio (miocarditis)

Reumatismo articular agudo (RAA), difteria, fiebre tifoidea; infecciones ocasionadas por bacterias, por virus o por parásitos, como la fiebre reumática (enfermedad de origen bacteriano que afecta las articulaciones, el cerebro y especialmente las válvulas cardíacas) o el mal de Chagas-Mazza; enfermedades de origen metabólico, como hipertiroidismo, beriberi y etilismo.

La eliminación de los desechos

El final de un proceso complejo



Nuestro cuerpo produce sustancias en abundancia y elimina permanentemente aquellas que sobran hacia el medio externo. Algunas de esas sustancias son muy tóxicas, como la orina, o provienen de la oxidación de los alimentos, como el dióxido de carbono. Un sistema que se encarga en exclusividad de esta función es el sistema excretor.

El sistema excretor

Está constituido por órganos que se encargan de separar de la sangre las diversas sustancias nocivas que ésta contiene, o las sustancias que se encuentran en cantidad superior a la necesaria para el correcto funcionamiento del organismo, con el fin de verterlas al exterior.

Los riñones son los encargados de mantener un equilibrado volumen de agua en el cuerpo.

Una de las funciones de los riñones es eliminar medicamentos o compuestos químicos que pueden ser dañinos si alcanzan concentraciones elevadas.

Ver formación de la orina en pág. 110

La función del sistema excretor *es complementada por los pulmones (que eliminan el dióxido de carbono y el vapor de agua), el intestino (por medio de los pigmentos biliares) y la piel, por donde sale el sudor (que transporta agua, sales y urea).*

El **sistema excretor** humano cumple la función de **filtrar el plasma sanguíneo**, lo que permite mantener en estado óptimo el medio interno. Está constituido por **dos riñones**, **dos canales excretores** para cada uno de ellos (los cálices, la pelvis renal y el uréter), la **vejiga** (en donde se almacena la orina), y un canal evacuador, la **uretra**.

Los **riñones** son fundamentales para el organismo. Ellos extraen de la sangre distintos productos finales del metabolismo y los excesos de iones y agua que se acumulan en el líquido extracelular, a través de unidades funcionales que lo componen: los *glomérulos*.



Luego, mediante los *túbulos*, se produce la **reabsorción** de las sustancias útiles para ser devueltas al torrente sanguíneo, como la *glucosa*, los *aminoácidos*, cantidades apropiadas de *agua* y *sales* que contienen iones. Los productos de desecho **forman la orina**, que es eliminada hacia el exterior mediante un **sistema de conductos**.

Los riñones y la homeostasis

Estos órganos, además de ser órganos excretores, regulan la composición del medio interno, es decir, de la sangre y de los líquidos corporales. Veamos algunos ejemplos:

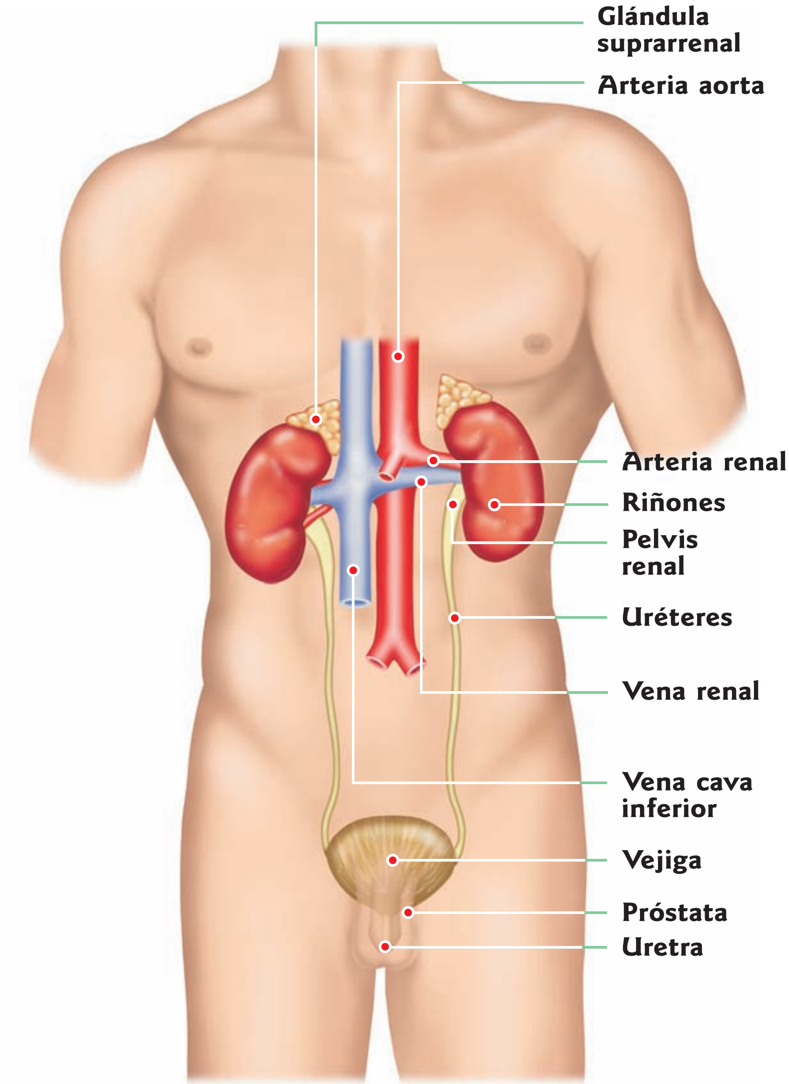
- Cuando ingerimos mucha agua, los **riñones** eliminan el exceso y producen, por tal motivo, mayor cantidad de orina.
- En caso de hemorragia, el organismo pierde gran cantidad de líquido. La disminución del agua corporal determina que los riñones la retengan, disminuyendo la filtración. Por lo tanto, el volumen de orina eliminada se reduce considerablemente.



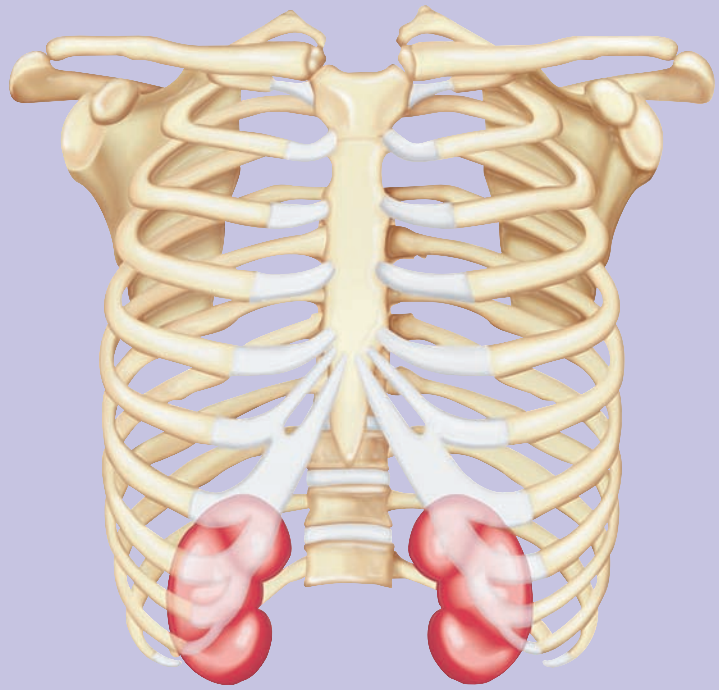
La función reguladora de los riñones también se establece en relación con las sales y los otros constituyentes del medio interno, como la glucosa. Por ejemplo, después de ingerir una comida rica en hidratos de carbono, aumenta la concentración de glucosa en la sangre. Como los nefrones son incapaces de reabsorberla totalmente, el exceso de esta sustancia pasa a la orina y, de esta manera, se reduce la concentración del monosacárido en el medio interno.

Es resumen, la actividad de los riñones ayuda a la *homeostasis*, es decir, a conservar la uniformidad o estabilidad del medio interno del organismo.

SISTEMA EXCRETOR MASCULINO: vista frontal

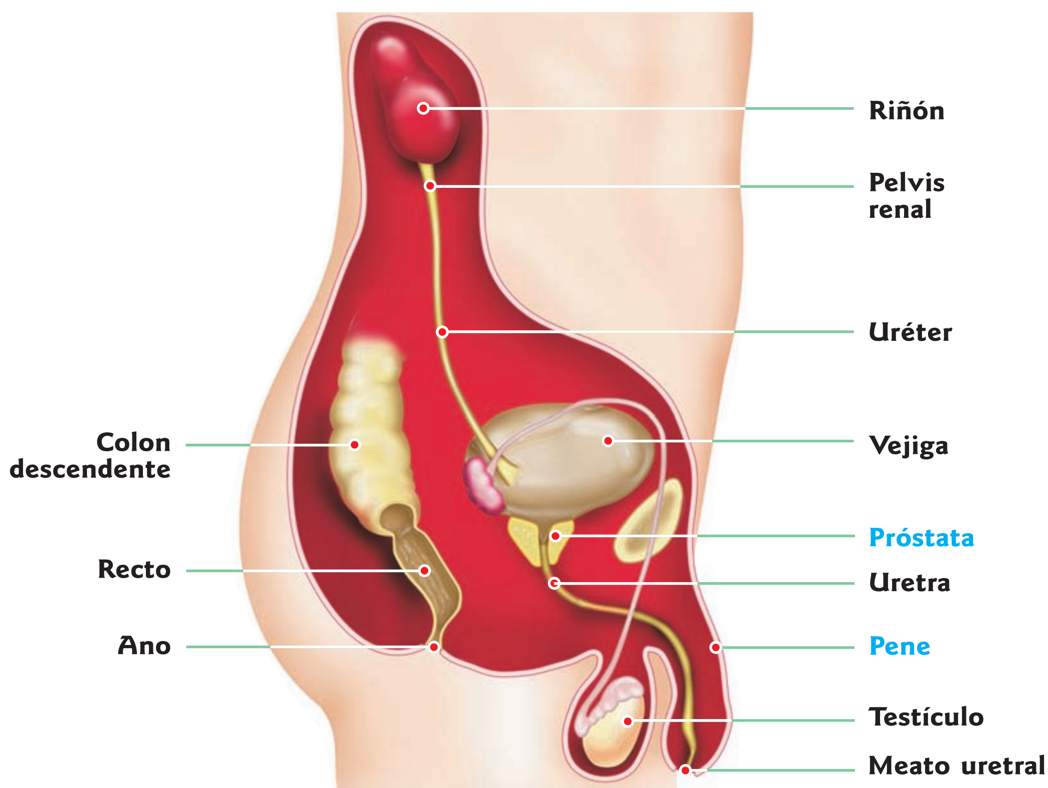


UBICACIÓN DE LOS RIÑONES EN RELACIÓN CON EL ESQUELETO



Ambos riñones se apoyan sobre la pared abdominal posterior, por detrás del peritoneo, uno a la derecha y otro a la izquierda de la columna vertebral, a la altura de las dos últimas vértebras dorsales y las tres primeras lumbares.

SISTEMA EXCRETOR MASCULINO: vista lateral

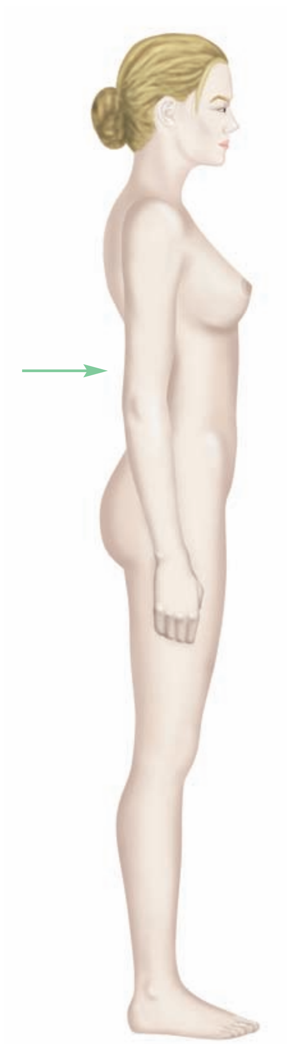


La vena cava inferior recoge la sangre carboxigenada de las regiones inferiores del cuerpo (como la de las venas hepáticas y renales) y la lleva a la aurícula derecha del corazón.

Ver *vena cava inferior* en pág. 95

Ver *próstata, pene y testículo* en pág. 165

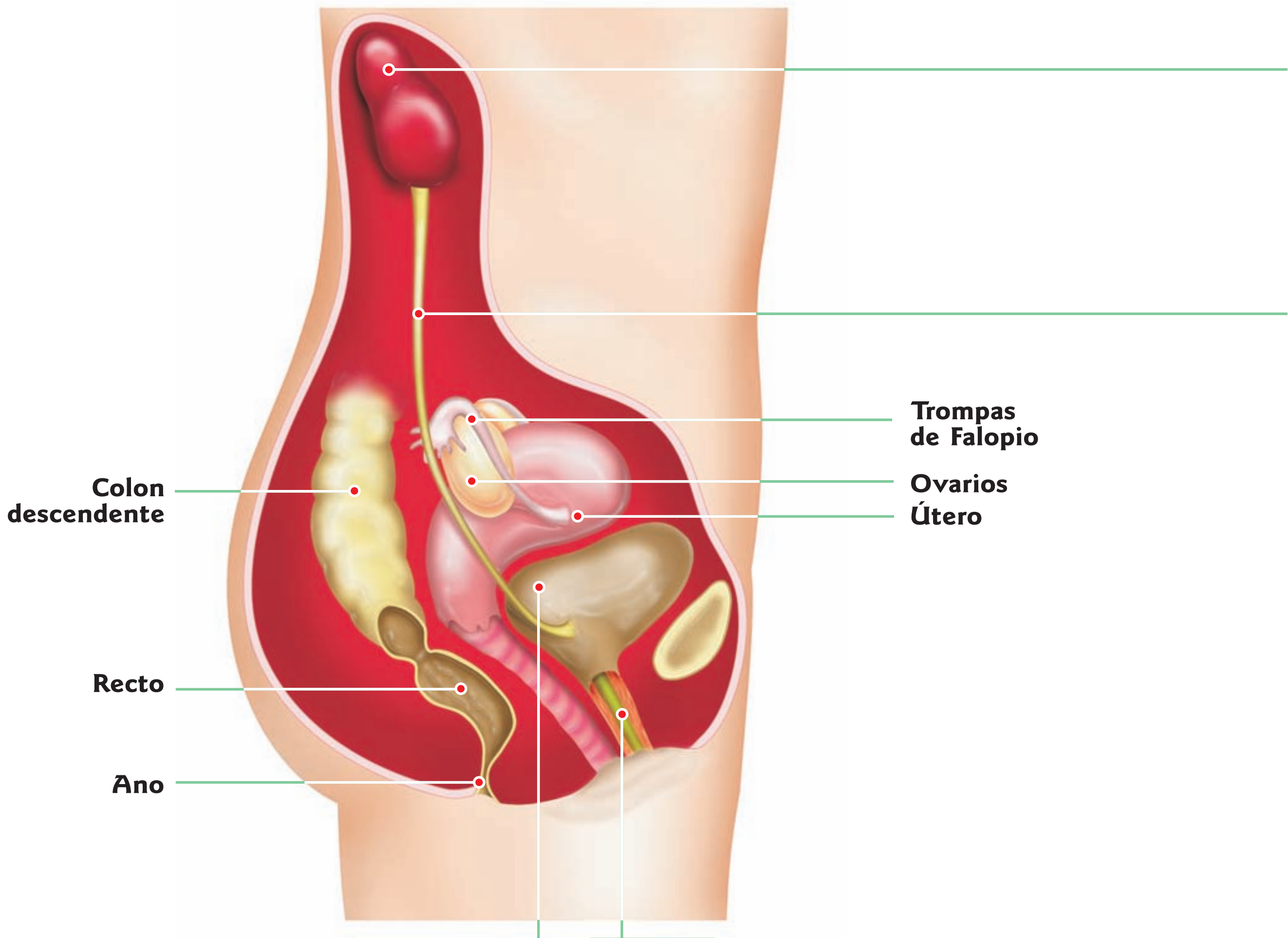
Los órganos del sistema



Ubicación de los riñones: en la parte dorsal del abdomen, por debajo del diafragma, uno a cada lado de la columna vertebral.

La uretra descansa sobre una hamaca muscular denominada piso pélvico, constituido por un músculo cuya función es el control voluntario de la micción.

APARATO EXCRETOR FEMENINO: vista lateral



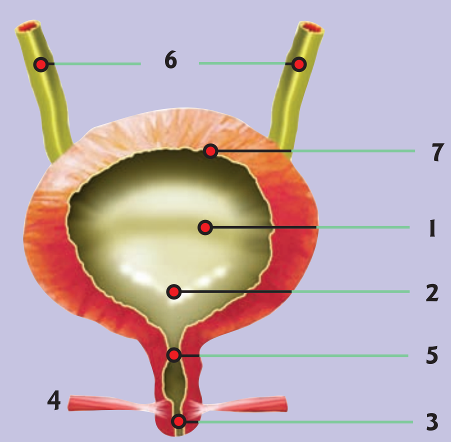
Vejiga

Es un reservorio en el cual la orina que llega por los uréteres se acumula y permanece en el intervalo de las *micciones*. En el adulto, cuando está vacía, la vejiga se ubica totalmente dentro de la cavidad pelviana, detrás de la *sínfisis pubiana* y del *pubis*. Cuando está distendida, rebasa hacia arriba la excavación pélvica, sobresaliendo en el abdomen. En el hombre, se sitúa por encima del piso pélvico y de la próstata, por delante y por arriba del recto y de las vesículas seminales. En la mujer, se sitúa por encima del piso pélvico y por delante del útero y de la vagina.
La vejiga presenta, en su forma y dimensiones, variaciones que dependen de la cantidad de orina que contiene, del sexo y de la edad.

Uretra

Es el conducto excretor de la vejiga. En el hombre también da paso al esperma, que sale de los orificios de desembocadura de los conductos eyaculadores; mide, cuando el pene está flácido, 16 cm de largo aproximadamente (25 a 30 mm para la porción prostática, 12 mm para la membranosa y 12 cm para la esponjosa). El orificio final se llama **orificio urogenital**, ya que conduce orina y semen. En la mujer, la uretra sólo conduce orina y desemboca en el **orificio urinario**.

VEJIGA



1. Pliegues
2. Trígono
3. Uretra
4. Esfínter externo
5. Esfínter interno
6. Uréteres
7. Revestimiento de la vejiga

La capacidad fisiológica de este órgano oscila entre 300 y 350 cm³. Está recubierta en parte por el **peritoneo** y, a través de él, se relaciona con el intestino delgado, el colon iliopélvico y el recto. En el interior de la base de este órgano, desembocan los uréteres, mediante los **orificios uretrales**. Por delante de ellos, se abre el **orificio uretral**.

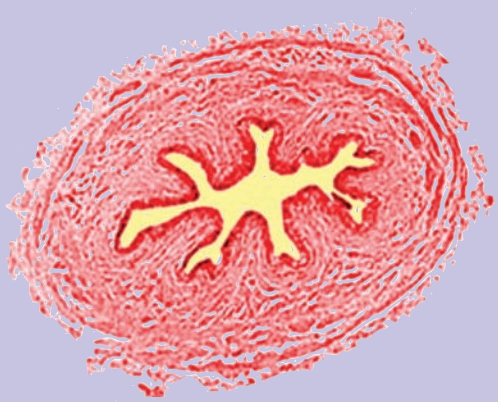
Riñones

Cada riñón mide 12 cm de largo aproximadamente, es de color rojo café y está rodeado de una envoltura fibrosa y una cápsula adiposa que constituyen su principal medio de sustentación.
Su forma es comparada con la de un poroto: son alargados de arriba hacia abajo, aplanados de adelante hacia atrás, y su borde cóncavo mira hacia adentro. Se distinguen en cada uno dos caras convexas, una anterior y otra posterior; dos bordes, uno externo convexo y uno interno escotado en su parte media, que corresponde al hilio de este órgano. Por allí penetran las arterias y los nervios renales, y salen la vena renal y la pelvis renal, que se continúa con el uréter. Si se separan los bordes del **hilio,** se observa una cavidad, el **seno renal**, donde se encuentran los cálices y los vasos sanguíneos y los nervios mencionados, rodeados por grasa. Además, poseen dos extremos o polos, uno superior y otro inferior.

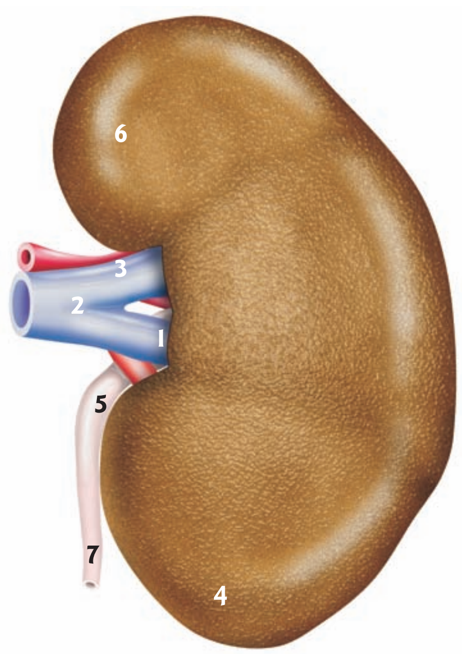
Uréteres

Son dos conductos de aproximadamente 30 cm de longitud, que siguen a la pelvis renal y se extienden hasta la vejiga. Desde el vértice de la pelvis, cada uréter desciende hacia abajo y hacia adentro, apoyado sobre la pared abdominal posterior, hasta el extremo superior de la pelvis, en la cual se hunde; y luego desciende, apoyado sobre la pared de este órgano. Un poco por encima de la espina ciática, el conducto se flexiona y se dirige hacia delante, hacia adentro y hacia abajo, hasta su desembocadura en la **cavidad vesical**. En su conjunto, la dirección de los uréteres es oblicua hacia abajo y hacia adentro, ya que los dos están separados por 7 u 8 cm en su origen, y por 2 cm en su terminación.

CORTE DE URÉTER

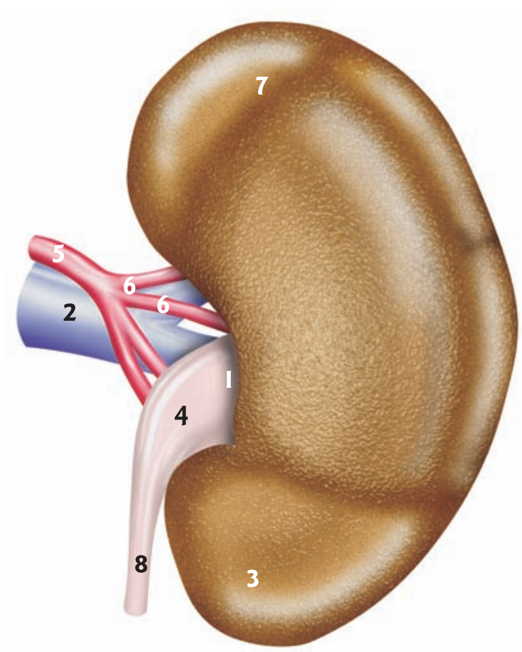


RIÑÓN IZQUIERDO: vista anterior



1. Hilio del riñón
2. Vena renal izquierda sobre la arteria renal izquierda
3. Vena suprarrenal izquierda
4. Polo inferior del riñón
5. Pelvis renal
6. Polo superior del riñón
7. Uréter

RIÑÓN DERECHO: vista posterior



1. Hilio del riñón
2. Vena renal derecha
3. Polo inferior del riñón
4. Pelvis renal
5. Arteria renal derecha
6. Arterias suprarrenales
7. Polo superior del riñón
8. Uréter

Conductos excretores del riñón

Se originan en el **seno renal** en forma de tubos cortos, los **cálices** menores, que rodean la **papila renal**, envolviéndola. Su función es recoger la orina que conducen los tubos colectores. Los **cálices menores** se asocian a troncos colectores llamados **cálices mayores**, los cuales se unen y, de su confluencia, resulta la formación de un ensanchamiento de la vía de excreción, que recibe el nombre de **pelvis renal**. La pelvis se estrecha poco a poco, de arriba hacia abajo, y se continúa hasta la vejiga por un largo conducto llamado **uréter**.

Estructura interna del riñón

La corteza recibe la mayor parte del flujo sanguíneo que aportan las arterias renales.

El riñón está formado por un **parénquima** (tejido altamente especializado) rodeado por una **cápsula fibrosa**.

La cápsula fibrosa

Es una membrana aplicada directamente sobre el parénquima renal. Se une al riñón por **tractos conjuntivos** que penetran al órgano. A nivel del **hilio**, la cápsula se refleja en el seno (bolsa cuya abertura desemboca en el hilio); tapiza sus paredes y se continúa con la túnica conjuntiva de los cálices y los vasos, en el momento en el que éstos se introducen en el **parénquima renal**.

Parénquima renal

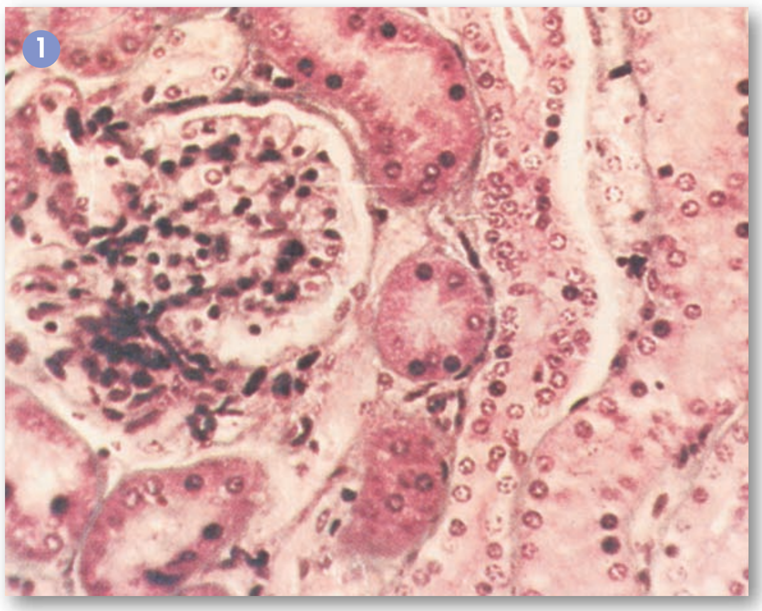
Se compone de dos partes: una central llamada **médula** y otra periférica o **corteza**.

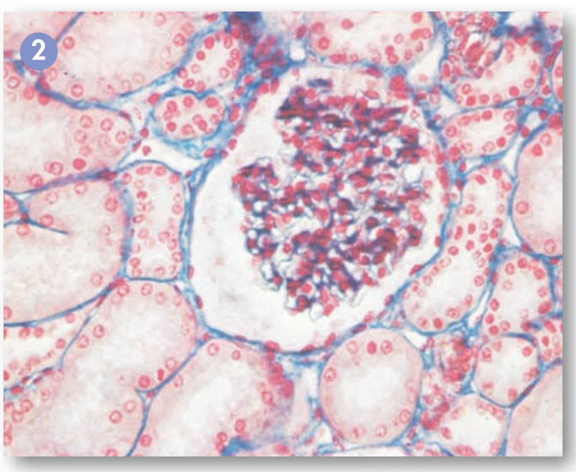
- **Médula:** representada por zonas triangulares de color rojo oscuro y estriada paralelamente al eje mayor del triángulo. Esta zona triangular representa la sección de masas cónicas llamadas **pirámides de Malpighi**. Por cada riñón existen aproximadamente de 8 a 10 pirámides, cuyos vértices hacen prominencia en el seno y constituyen las **papilas renales**, las cuales están llenas de perforaciones por las que se elimina la orina. Las papilas se introducen dentro de los **cálices** que reciben la orina. Tanto las papilas como las pirámides son simples o compuestas, es decir, formadas por la unión de 2 ó 3 pirámides simples.
- **Sustancia cortical:** es de color amarillo rojizo, friable y menos consistente que la sustancia medular; rodea a la pirámide de Malpighi, a excepción de las papilas. Forma una parte de una gruesa capa periférica que separa la base de las pirámides de la superficie del riñón y, por otra parte, penetra en las pirámides separándolas por medio de las **columnas de Bertín**.

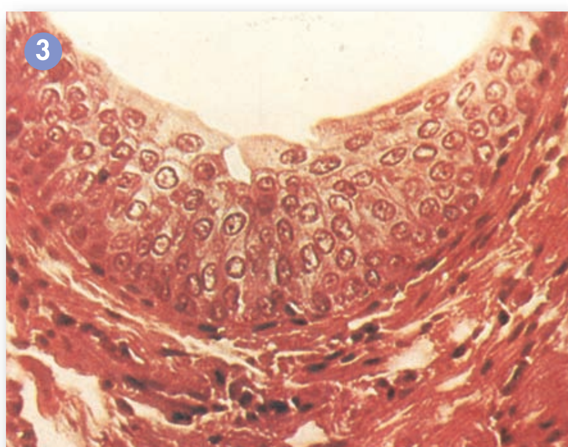
La capa periférica de la sustancia cortical se compone de dos partes: las **pirámides de Ferrein** y el **laberinto**.

- **Pirámides de Ferrein:** son de aspecto estriado como las pirámides de Malpighi y parecen prolongaciones de éstas hacia la superficie del riñón. En efecto, se extienden y se estrechan desde las pirámides de Malpighi hasta la vecindad de la periferia del riñón, que no llegan a alcanzar. Existen aproximadamente 500 pirámides de Ferrein por cada pirámide de Malpighi.
- **Laberinto:** es de aspecto granuloso, separa a las pirámides de Ferrein entre sí y de la superficie del riñón. Además constituye las columnas de Bertín. El aspecto granuloso del laberinto se debe a la presencia de innumerables granulaciones rojizas llamadas **corpúsculos de Malpighi**.

El **parénquima renal** está básicamente constituido por tubos uriníferos.

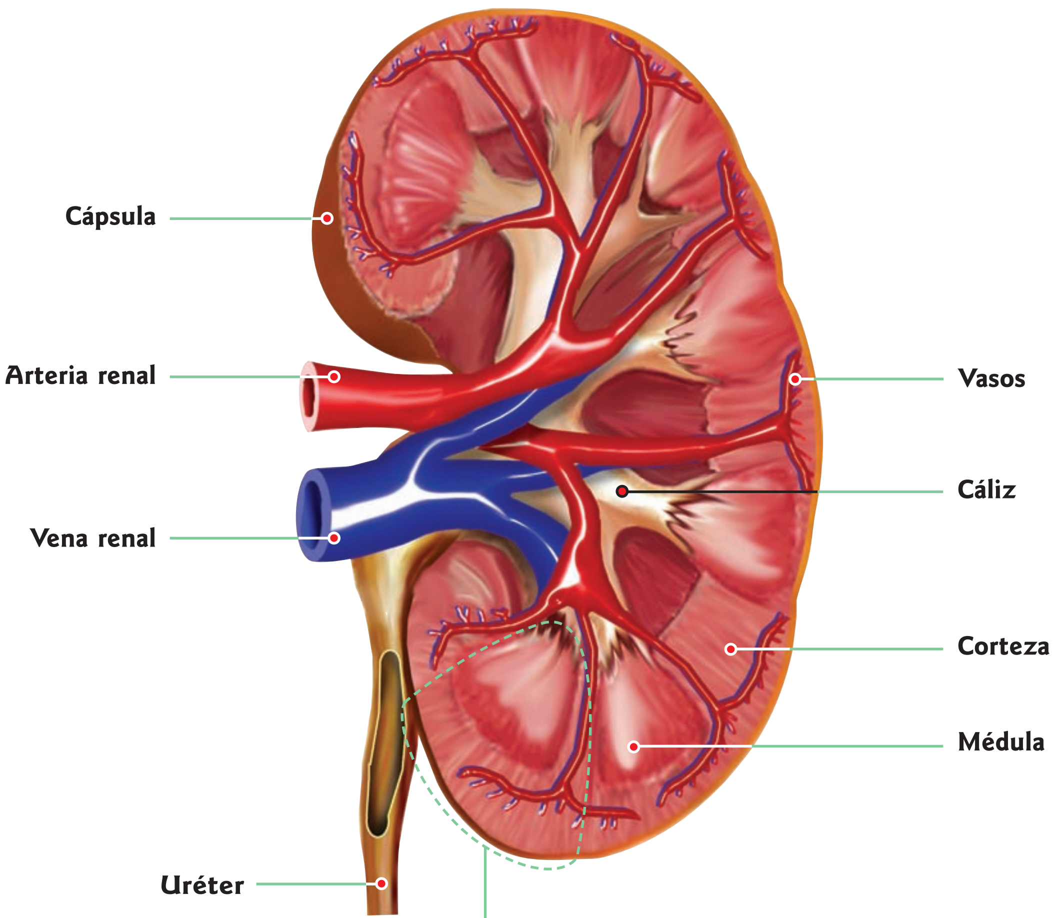




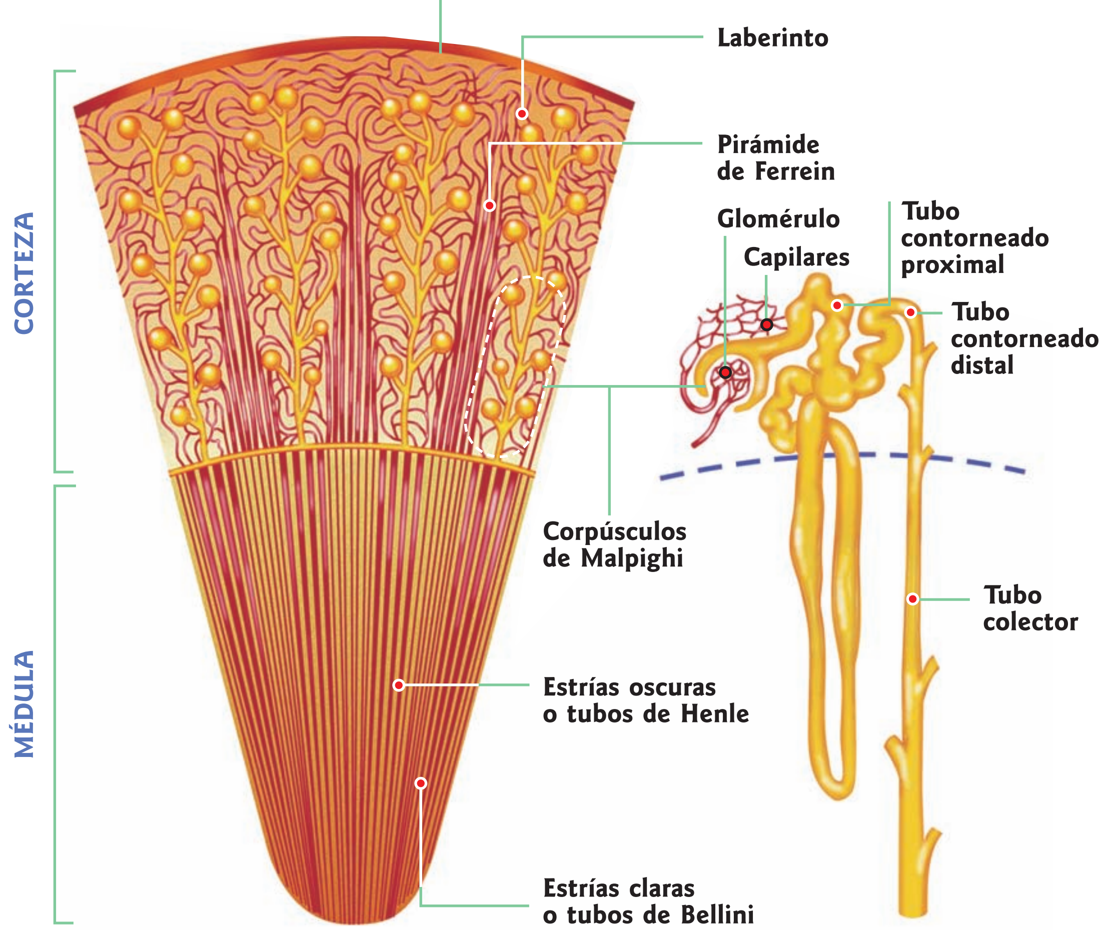


1 y 2. Microfotografía de la corteza renal, donde se observan un glomérulo de Malpighi y la sección de tubos.
3. Microfotografía de corte de la uréter que muestra el epitelio.

ESTRUCTURA INTERNA DEL RIÑÓN



PIRÁMIDE DE MALPIGHI



*La **pirámide renal** está formada por una enorme cantidad de tubos, los **tubos uriníferos**, los cuales constan de una parte secretora, el **nefrón**, que elabora la orina, y una parte excretora, el **tubo colector**, que conduce la orina que ha de ser eliminada. Estos tubos se disponen parte en la pirámide y parte en la corteza renal.*

En la corteza renal se ubican los corpúsculos de Malpighi y los tubos contorneados; y en la médula renal se ubican el asa de Henle y los conductos colectores.

*Se considera el **nefrón** como la unidad estructural y funcional del riñón. Cada riñón consta de aproximadamente 1 300 000 nefrones.*

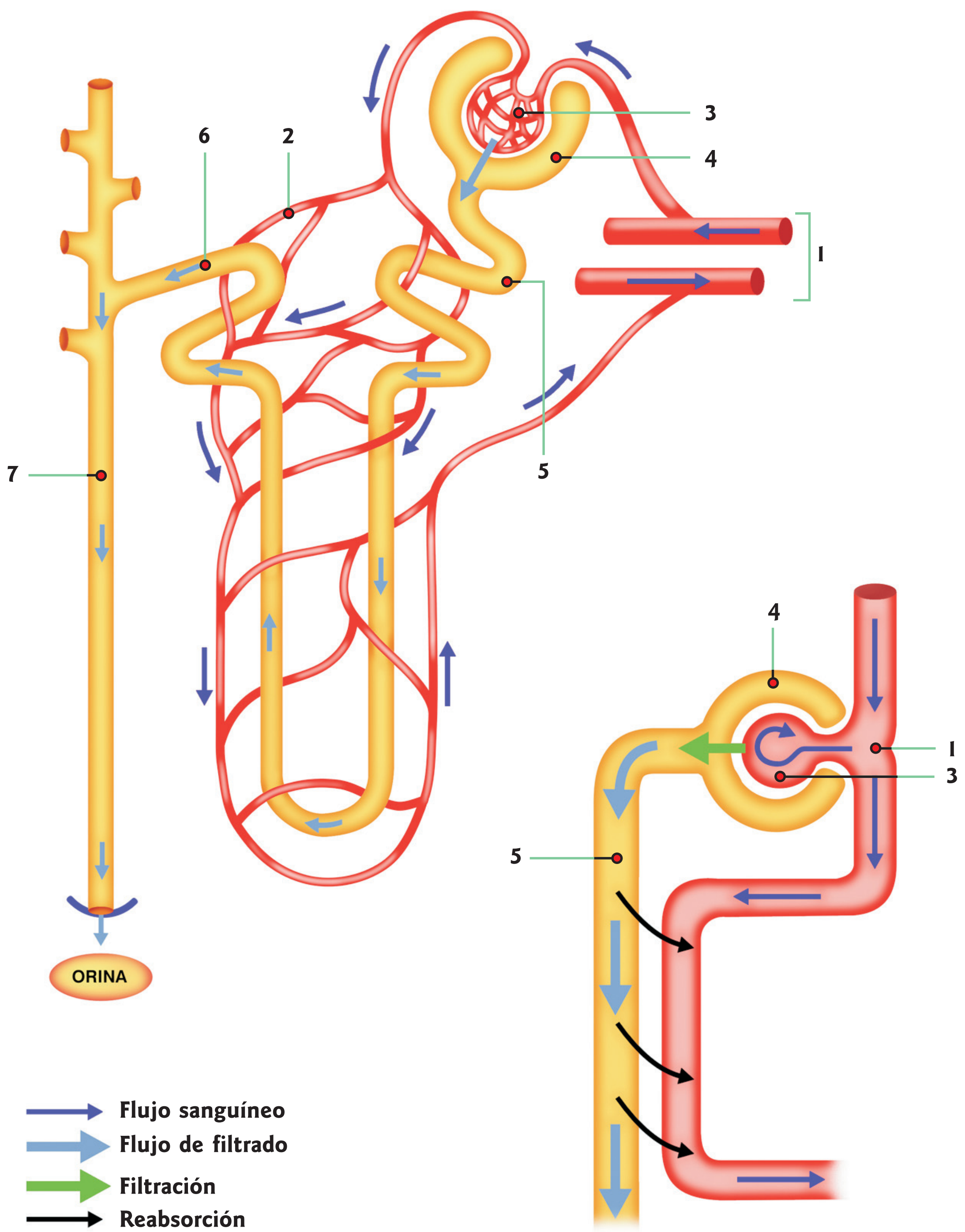
La micción es la salida de la orina por el orificio urinario o urogenital (según sea en la mujer o el hombre).

ELEMENTOS DEL NEFRÓN

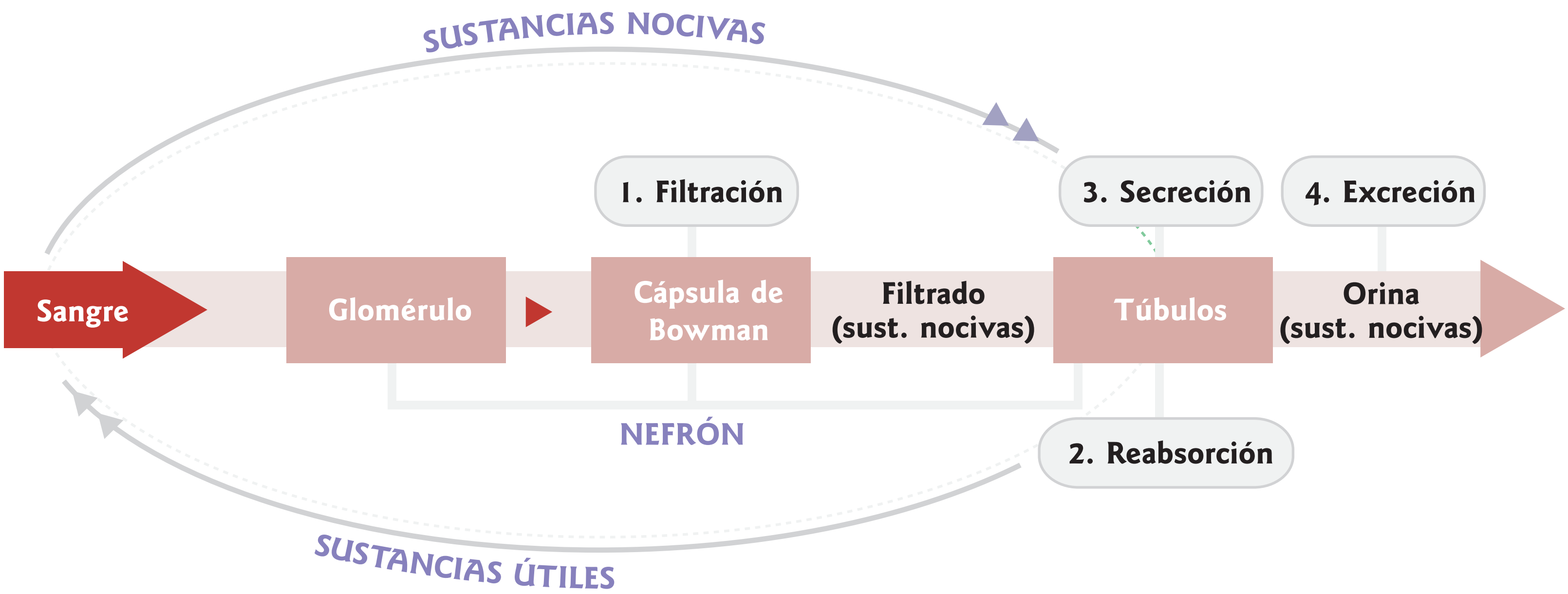
- **GLOMÉRULO** (formado por una red de capilares) — Filtra el plasma.
- **VASOS** (arteriolas eferentes y aferentes) — Llevan los desechos a los túbulos para su excreción, regresan los materiales reabsorbidos por el riñón a la circulación y transportan oxígeno al nefrón.
- **TÚBULOS** — Reabsorben o secretan el filtrado.

FORMACIÓN DE LA ORINA Y EXCRECIÓN

Se calcula que los dos riñones filtran, en 24 horas, 150 litros de orina capsular. Este enorme volumen se reduce luego a 1,5 litros de orina, por el proceso de reabsorción que ocurre en los túbulos.



1. **Vasos**
2. **Capilar**
3. **Glomérulo**
4. **Cápsula de Bowman**
5. **Tubo proximal**
6. **Tubo distal**
7. **Tubo colector**



FILTRACIÓN

Las paredes de los **capilares** y la hoja interna de la **cápsula de Bowman** forman una verdadera **membrana filtrante**. Esta membrana es totalmente permeable al agua, a las sales inorgánicas y a las pequeñas moléculas orgánicas. Retiene, en cambio, las células sanguíneas y las grandes moléculas proteicas (albúmina, fibrinógeno, globulinas). En consecuencia, se obtiene un primer líquido llamado **orina capsular**, que tiene una composición semejante a la del plasma. La filtración se produce por la diferencia de la presión de la sangre de los capilares (60 a 70 mm Hg) y la presión de la cápsula de Bowman (10 mm Hg). El mecanismo de la filtración es pasivo.

REABSORCIÓN

La mayor parte de las sustancias filtradas son **reabsorbidas** por las paredes de los **túbulos** y se incorporan a la sangre de los capilares peritubulares. De no ser así, muchas de las sustancias útiles de la sangre se perderían con la orina.
El mecanismo de absorción es un mecanismo activo, es decir, con gasto de energía. La mayor parte del agua (hasta el 99 %) y una parte importante de sales se reabsorben en los túbulos por acción de las **hormonas**.

SECRECIÓN

Ocurre con gasto de energía, pero en sentido contrario a la reabsorción. Desde la sangre se vuelcan al túbulo sustancias de desechos celulares tóxicos como la *urea*, la *creatinina*, el *amoníaco* y el *ácido úrico*.

EXCRECIÓN

La orina que sale por los agujeros de las papilas es recibida por los cálices, que la conducen a la **pelvis renal**. Por su especial disposición en relación con el uréter y debido a las contracciones peristálticas uretrales, que suceden entre una y cinco veces por minuto, la orina desciende y es llevada a la vejiga, donde llega a razón de 5 a 10 gotas por minuto.

Ver *hormonas* en pág. 148

El análisis de la orina

La **diuresis** es el mecanismo por el cual se forma y se elimina la orina. La cantidad de orina elaborada en 24 horas es, aproximadamente, de 1,5 litros. Las variaciones dependen de la ingestión de líquido y de la temperatura. La orina es de color amarillo ámbar y tiene un olor propio de tipo amoniacal. Su pH es ácido, entre 4.8 y 6.

La orina está compuesta por :
- Agua: 95 %
- Ion cloro: 0.58 %
- Ion sodio: 0.33 %
- Ion potasio: 0.15 %
- Ion calcio: 0.015 %
- Sulfatos: 0.18 %
- Fosfatos: 0.15 %
- Amoníaco: 0.04 %
- Urea: 2.5 %
- Acido úrico: 0.06 %
- Creatinina: 0.1 %

Puede ocurrir que en la orina aparezcan sustancias que no deberían estar y que significan la presencia de algún problema, por ejemplo:
- **Glucosa:** puede indicar diabetes.
- **Albúmina:** puede indicar algún problema en el nefrón.
- **Sales y pigmentos biliares:** pueden deberse a algún problema hepático.
- **Leucocitos:** infecciones urinarias.
- **Acetona:** cuando hay oxidación incompleta de los lípidos.
- **Sangre:** afecciones en los uréteres, la vejiga o el propio riñón.
- **pH muy ácido:** por tener una dieta preferentemente carnívora.
- **pH alcalino:** por una ingesta excesiva de vegetales.

Trastornos del aparato urinario

Es importante prestar atención a las afecciones renales, ya que el riñón desempeña funciones indispensables para el organismo. Algunas son pasajeras y se curan fácilmente, pero otras requieren terapias complicadas.

En 1934, el científico argentino Bernardo Houssay (1887-1971), Premio Nobel, llegó a purificar la renina y demostró que ésta reacciona con un componente del plasma sanguíneo, formando la angiotensina.

*La **hemodiálisis** es un tratamiento que consiste en eliminar los materiales de desecho de los líquidos corporales a través de una membrana semipermeable.*

Los cálculos renales

Entre las enfermedades comunes de las vías urinarias, se encuentra la *litiasis* o *urolitiasis*. Ésta se produce, generalmente, a partir de sales que son comunes en la orina, como las sales de calcio (*oxalatos, fosfatos y carbonatos*), pero que, al precipitarse, forman cristales que constituyen verdaderas piedras, los **cálculos renales**.

Los cálculos pequeños con frecuencia llegan a la vejiga. Cuando se alojan en el uréter, aparece el síntoma típico de esta enfermedad: los cólicos renales, que son dolores lumbares que se extienden hacia el abdomen.

El tamaño y el número de cálculos renales varían. Pueden ser muchas partículas con el diámetro de un grano de arena o ser unos pocos cálculos que taponan la pelvis renal.

El principal efecto mecánico de los cálculos es la obstrucción del flujo de la orina y las lesiones sobre el epitelio. La *litiasis* se cura cuando se eliminan los cálculos. Cuando son pequeños, se disuelven con medicamentos específicos; cuando son grandes, se extirpan quirúrgicamente o se aplican ondas de choque, que los fragmenta y permiten eliminarlos con la orina.

La insuficiencia renal

Es una enfermedad que se manifiesta por la reducida capacidad del riñón para llevar a cabo sus funciones, y afecta también al sistema circulatorio. Sus signos externos son bastante escasos. Pero los análisis de un enfermo revelan varias perturbaciones, como el incremento de *urea* en la **sangre** y anemia.

Una de las funciones del riñón es regular la presión arterial. Por ejemplo, cuando ésta desciende, la circulación sanguínea al riñón disminuye, por lo que este órgano segrega *renina* a la sangre y se forma *angiotensina*, que provoca vasoconstricción, con lo que aumenta la presión arterial.

Durante la **insuficiencia renal crónica,** se produce una continua liberación de renina a la sangre, ocasionando un incremento constante de la presión arterial y del flujo sanguíneo al riñón. Como se genera un exceso de trabajo cardíaco, en los enfermos renales agudos aparecen trastornos cardiovasculares.

El tratamiento para la insuficiencia renal crónica es, en primer lugar, la **diálisis renal**, conocida como **hemodiálisis**; pero la cura sólo es posible con el **trasplante renal**.

Algunas causas de la litiasis

Se considera que los cálculos renales se forman a partir de un núcleo o matriz orgánica (mucoproteínas, leucocitos muertos, detritus celulares, bacterias algutinadas, etc.) que, al recibir depósitos sucesivos de cristales inorgánicos, va formando la piedra. Los factores que facilitan su formación son varios:

- consumo de dietas minerales no balanceadas y poca ingestión de agua,
- deficiencia de vitamina A,
- presencia de infecciones urinarias,
- defectos del metabolismo de los aminoácidos y el calcio,
- hipertiroidismo.



La coordinación de las funciones

Una red de transmisión

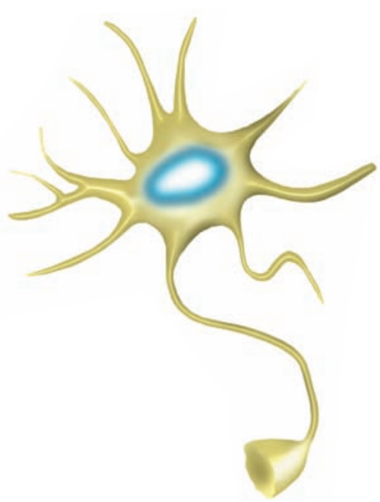


Todo lo que ocurre en el medio externo y en el interno constituye una valiosa información que es recogida y procesada por una maravillosa computadora que tiene terminales en cada órgano de nuestro cuerpo: el sistema nervioso. De acuerdo con la información recogida, desde las centrales se envían órdenes que desencadenan procesos, asegurando así la capacidad de respuesta, inmediata y eficaz, para que nuestro organismo realice sus innumerables funciones y logre su equilibrio vital.

El sistema nervioso

La totalidad de las funciones del cuerpo humano se lleva a cabo bajo la coordinación y la supervisión del sistema nervioso, cuya unidad estructural es la neurona. Gracias a él, se pueden percibir los cambios en el medio interno y el externo, reaccionar ante los estímulos y realizar todos los trabajos que necesita el organismo para funcionar.

Ver *nervios* en pág. 125



Un ganglio nervioso es una agrupación de células nerviosas localizada en el trayecto de un nervio.

Una parte del sistema nervioso —la parte central— se concentra dentro del cráneo y de la columna vertebral, y otra parte —la periférica— se dispone por fuera de ese estuche.

La parte central constituye el **sistema nervioso central**, al que nos referiremos, en adelante, utilizando la sigla **SNC**. Está integrado por *cerebro, cerebelo, istmo del encéfalo* y *bulbo*, que en conjunto se denominan **encéfalo**, y por la **médula espinal** o **raquis**.

El **encéfalo** se aloja dentro de la cavidad craneana, y la **médula**, dentro de la columna vertebral.

La **parte periférica** comprende dos sectores: el **periférico** y el **autónomo**.

El sector periférico se denomina **sistema nervioso periférico** o **de la vida de relación** (**SNP**) y está formado por nervios que nacen del encéfalo y en la médula. Los que nacen del encéfalo salen por los agujeros del cráneo y se llaman **nervios craneales**.

El sector autónomo, llamado sistema nervioso autónomo (**SNA**) ha sido denominado de la *vida vegetativa*, porque controla y regula el mecanismo de los órganos que intervienen en las funciones de nutrición y reproducción. Está formado por dos cordones nerviosos y un conjunto de ganglios.

Funciones del sistema nervioso

- Establecer la relación entre el individuo y el ambiente en que se encuentra.
- Presidir y regular el mecanismo funcional de los diversos aparatos y sistemas que lo integran.

Para lo primero, cuenta con el **SNC**, cuyo funcionamiento es voluntario y consciente; para lo segundo, con el **SNP**, de acción involuntaria e inconsciente, que ha sido llamado *de la vida de relación* porque permite al individuo su relación con el medio. Esa vida de relación la realiza mediante la locomoción, la fonación y los sentidos.

Las neuronas

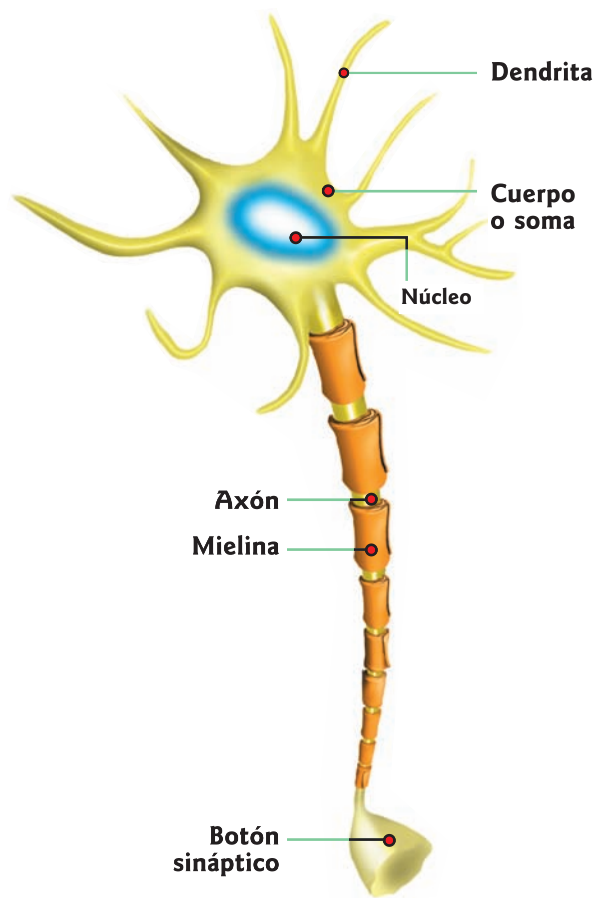
Son las células que se han especializado en la transmisión de la información en forma de impulsos nerviosos. Por lo tanto, son las unidades estructurales de nuestro sistema nervioso.

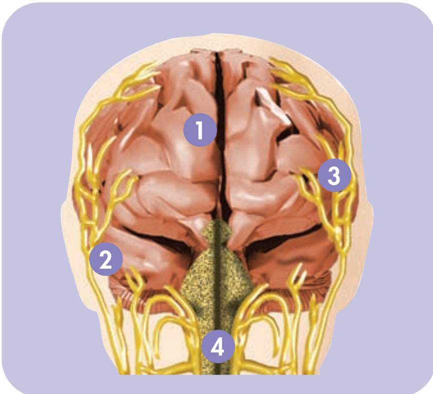
Cada neurona se compone de:

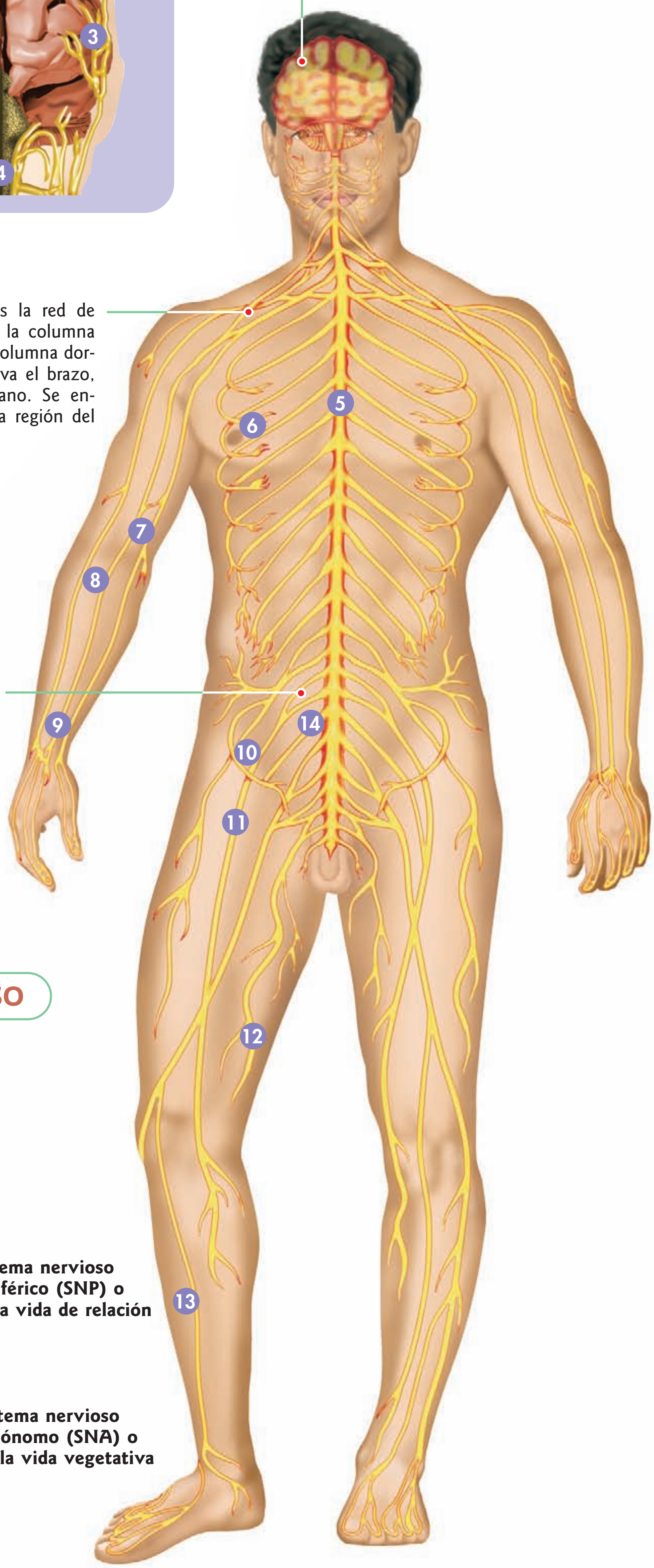
- un cuerpo o **soma**, en el cual se localizan el núcleo y unos corpúsculos (gránulos de Nissi);
- unas prolongaciones llamadas **dendritas**, compuestas por fibras gruesas, cortas y muy ramificadas, cuyo número varía según su función;
- una fibra única, el **axón**, larga y ramificada, en su extremo terminal.

Tanto los axones como las dendritas son **fibras nerviosas**, que forman los **nervios**.

El punto del cuerpo celular desde el cual emerge cada fibra recibe el nombre de **polo**.





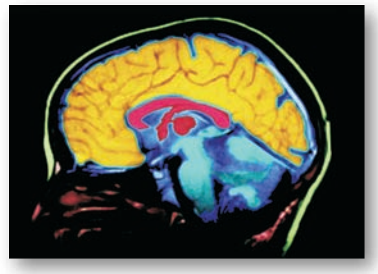


Plexo braquial. Es la red de nervios raquídeos de la columna cervical inferior y la columna dorsal superior, que inerva el brazo, el antebrazo y la mano. Se encuentra ubicado en la región del cuello y del hombro.

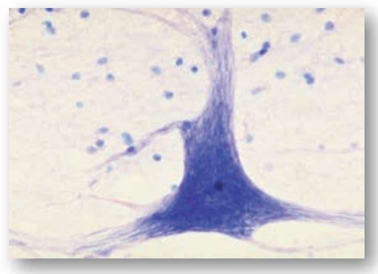
Plexo lumbar. Está formado por las raíces anteriores de los primeros 5 nervios lumbares.

SISTEMA NERVIOSO

- **Parte central**
  - **Sistema nervioso central (SNC)**
- **Parte periférica**
  - **Sector periférico** → **Sistema nervioso periférico (SNP) o de la vida de relación**
  - **Sector autónomo** → **Sistema nervioso autónomo (SNA) o de la vida vegetativa**



Corte de cerebro.



Microfotografía de neurona. Las dendritas de las neuronas son las conexiones de entrada, mientras que los axones son las salidas, por donde se envían impulsos o señales a otras células.

1. **Cerebro**
2. **Nervio facial**
3. **Nervio frontal**
4. **Bulbo raquídeo**
5. **Médula espinal**
6. **Nervios intercostales**
7. **Nervio músculo cutáneo**
8. **Nervio radial**
9. **Nervio cubital**
10. **Nervio lumbo-sacro**
11. **Nervio crural**
12. **Nervio safeno interno**
13. **Nervio tibial anterior**
14. **Nervio femoral**

Además de las neuronas, hay otras células que forman parte del sistema nervioso y que cumplen la función de darles sostén a las neuronas. Poseen, además, mecanismos de nutrición y defensa (que las neuronas no tienen).
*Se denominan **neuroglias** o células glia, si están localizadas en el SNC, y **células de Schwann** o células satélite si se encuentran en el SNP.*
*A partir de estas últimas, se origina la **mielina**, una sustancia proteica que logra aumentar la velocidad de conducción del axón.*

Las neuronas se clasifican según su forma y según su función.

• La **forma** de las neuronas está relacionada con la cantidad de polos que tengan, considerando al polo el lugar por donde emerge una prolongación. Por lo tanto, se diferencian en **monopolares** (un único polo), **bipolares** (dos polos) y **multipolares** (más de dos polos).

En las **neuronas monopolares**, la prolongación que sale de un polo, luego de un trayecto, se divide en dos prolongaciones, una de las cuales funciona como *dendrita* y la otra como *axón*. Estas neuronas son de conducción sensitiva o centrípeta y están relacionadas con el sentido del tacto y el ganglio espinal.

Las **neuronas bipolares** tienen dos polos por donde emergen el axón y la dendrita respectivamente. Tienen conducción motora o centrífuga y están asociadas a todos los sentidos excepto el tacto; también se las encuentra en la corteza cerebral.

Las **neuronas multipolares** son las que tienen muchas prolongaciones emergiendo por los distintos polos; las hay de axón corto (conectan una neurona motora con una sensitiva, por eso se las llama de asociación o intercalar) y de axón largo, que tienen conducción motora o centrífuga. Se las halla en la médula y la corteza cerebral.

• Según su **función**, las neuronas se clasifican en **sensitivas**, **motoras e intercalares**.

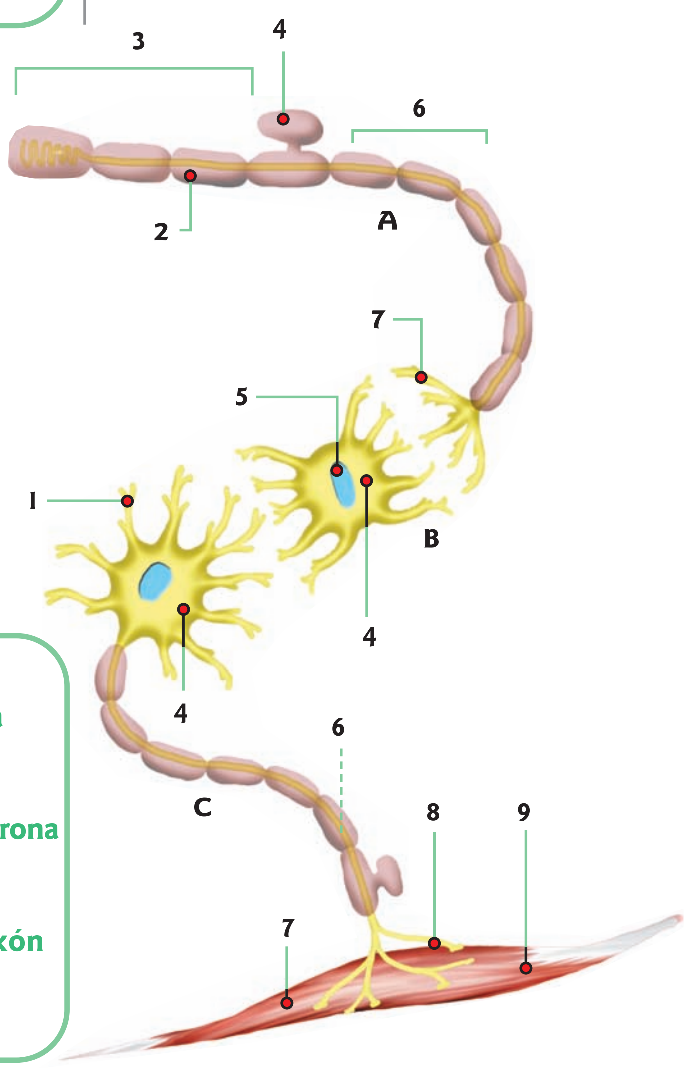
Las **neuronas sensitivas** tienen las dendritas conectadas a un órgano receptor, y su axón conectado a otra célula nerviosa. Tienen conducción centrípeta, es decir, conducen impulsos nerviosos desde afuera (el receptor) hacia adentro (centro nervioso). En el cuerpo humano, se las encuentra en los ganglios raquídeos o craneales, cerca de los órganos del sistema nervioso central pero nunca dentro de ellos.

Las **neuronas motoras** transmiten impulsos nerviosos desde los centros nerviosos a los órganos encargados de efectuar la respuesta (conducción centrífuga). Tienen sus dendritas conectadas a otra célula nerviosa, y su axón, a un órgano efector, como un músculo o una glándula. Se las encuentra dentro de los órganos del sistema nervioso central y del sistema nervioso autónomo.

Por último, las **neuronas intercalares o de asociación** son las que unen una neurona sensitiva con una motora.

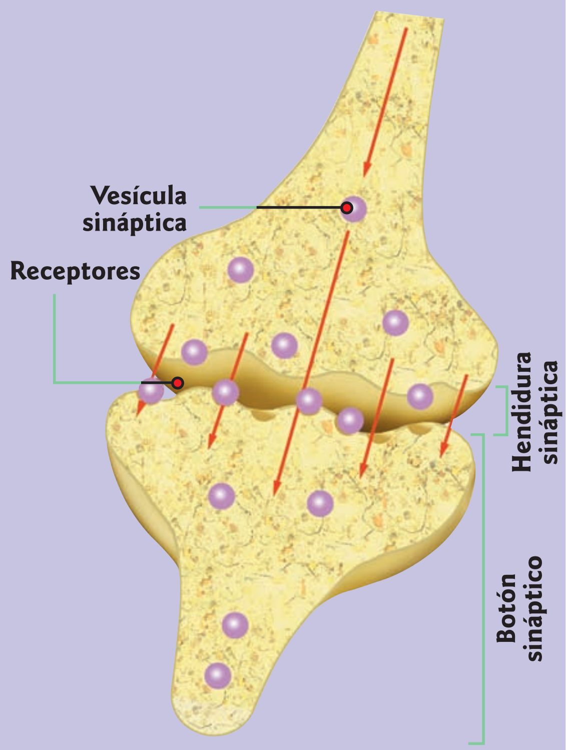
TIPOS DE NEURONAS

A. Neurona sensitiva
B. Neurona intercalar o de asociación
C. Neurona motora



1. Dendritas
2. Vaina de mielina
3. Prolongación dendrítica
4. Cuerpo de la neurona
5. Núcleo
6. Axón
7. Terminales de axón
8. Botón sináptico
9. Efector

CONDUCCIÓN SINÁPTICA



Las neuronas se vinculan entre sí mediante **sinapsis**, que es la relación entre el axón de una neurona y el cuerpo o las dendritas de otra neurona. Durante la sinopsis, las neuronas aparentemente se unen. Pero no es así, ya que, si observamos esta relación a través de un microscopio electrónicos, nos daremos cuenta de que queda un pequeño espacio entre ambas neuronas.

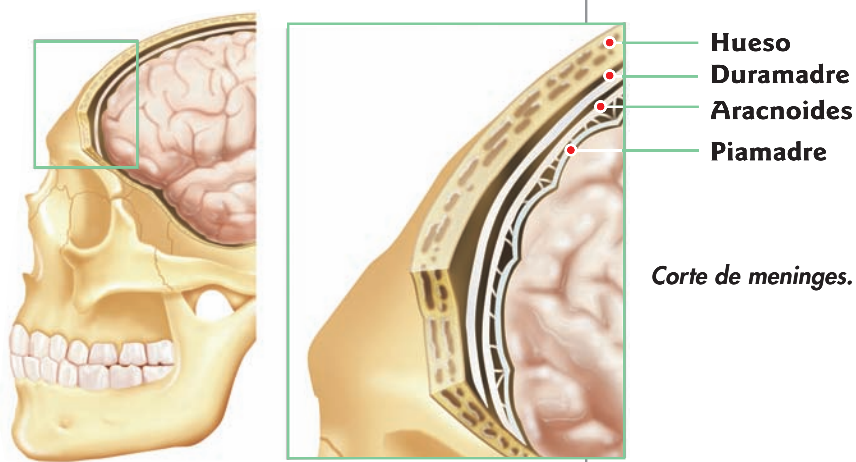
El sistema nervioso central

Es el encargado de recibir y procesar toda la información recogida por las terminaciones nerviosas y elaborar las respuestas correctas. Se denomina así por su ubicación dentro del cuerpo. Está formado por el encéfalo y la médula espinal.

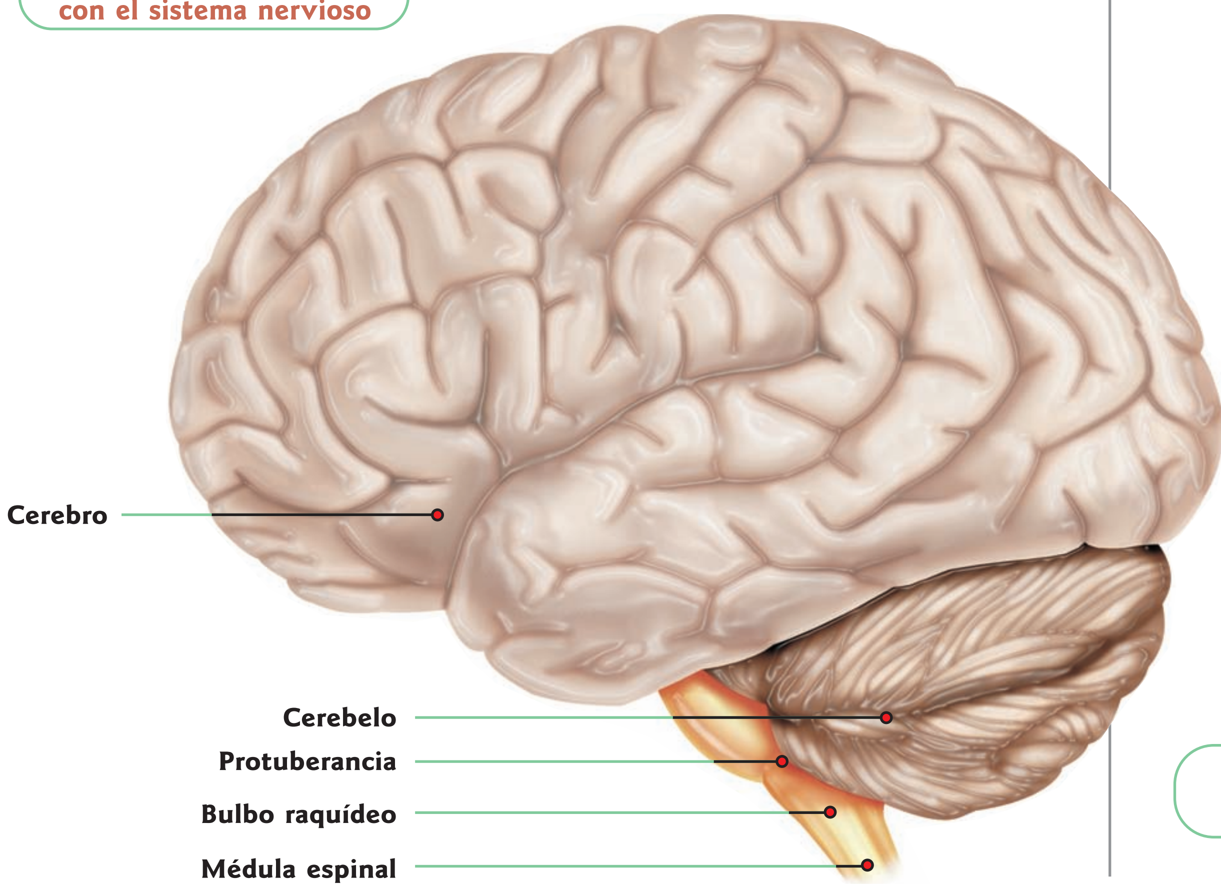
El **sistema central** se encuentra envuelto totalmente por tres membranas de tejido conectivo, llamadas **meninges**. Entre ellas quedan espacios por los que constantemente circula un fluido casi transparente, denominado **líquido cefalorraquídeo**. Una de sus funciones es la nutrición, pero además impide que los órganos mencionados se golpeen contra las paredes del conducto vertebral y de la caja craneana.

MENINGES

- **duramadre**: en contacto con el hueso
- **aracnoides**: en la zona intermedia
- **piamadre**: en la zona de contacto con el sistema nervioso



Corte de meninges.



ENCÉFALO: vista externa

Los órganos del sistema

FUNCIONES CEREBRALES

- Sensibilidad consciente
- Motricidad voluntaria
- Procesos intelectuales
- Reacciones emocionales

Ver *corteza, núcleos grises, centro oval, y cápsula interna, externa y extrema* en pág. 120

El cerebro mide aproximadamente 17 cm de largo, 14 cm de ancho y 13 cm de altura. Su peso promedio es de 1 000 a 1 200 gramos.

El cerebro

• Es la parte más desarrollada y voluminosa del encéfalo. Ocupa la cavidad craneal en casi su totalidad. Limita hacia abajo y adelante con la **protuberancia**, unida por los **pedúnculos cerebrales**, y hacia abajo y atrás, con el **cerebelo**, del cual está separado por la **tienda del cerebelo**.

Está dividido en **dos hemisferios**, que tienen una estructura simétrica. Cada uno presenta subregiones, delimitadas por las cisuras de Silvio y de Rolando, que se denominan lóbulos: **frontal**, **parietal**, **temporal**, **occipital** y **la ínsula** (central e interno). Se conectan entre sí por medio de una región denominada **cuerpo calloso**.

• Presenta **dos caras**. La **superior** es convexa y está en relación con la bóveda del cráneo. La superficie del cerebro es irregular: en ella sobresalen **surcos** y **repliegues**. Los **surcos** reciben el nombre de **cisuras**. La más profunda divide al cerebro en dos hemisferios (**cisura interhemisférica**). En ella se introduce una prolongación de la duramadre llamada **hoz del cerebro**. Los repliegues constituyen las **circunvoluciones** y se utilizan como referencias para ubicar las regiones del cerebro consideradas centros de funciones conscientes.

La **cara inferior** constituye la base del cerebro y es plana. Descansa sobre las órbitas.

• Internamente, está constituido por **sustancia gris** y **sustancia blanca**.

La **sustancia gris** se dispone externamente en la **corteza** y en **núcleos grises**.

La **corteza o manto del cerebro** se dispone en capas externas (con función receptiva) y en capas internas (con función efectora).

Los **núcleos grises** están situados dentro de los hemisferios cerebrales, envueltos por sustancia blanca.

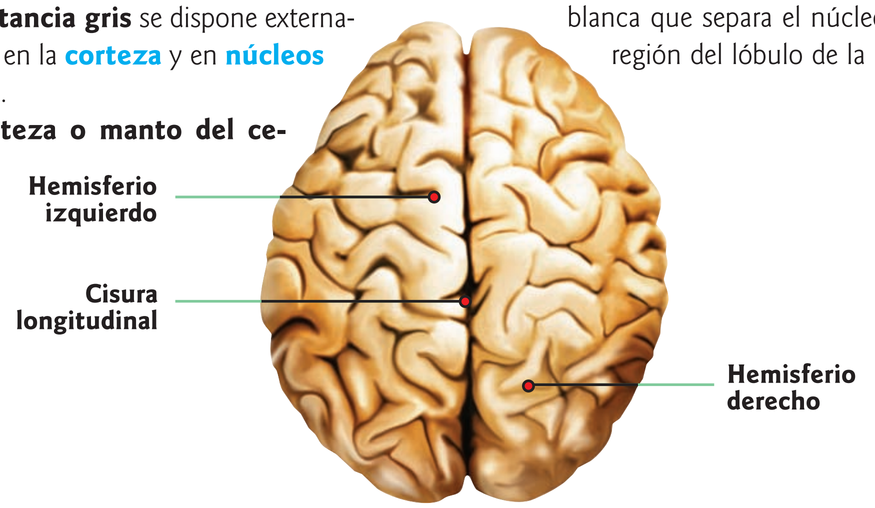
Los **núcleos optoestriados** (grises) son el *cuerpo estriado*, el *tálamo óptico*, el *antemuro o claustro* y el *amigdalino*.

La **sustancia blanca** forma el centro de los hemisferios, llamado el **centro oval**, que está formado por:

- **fibras de asociación**, que unen distintas zonas de la corteza de un mismo hemisferio;
- **fibras interhemisféricas o comisurales**, que unen regiones de los dos hemisferios;
- **fibras de proyección**, que unen la corteza cerebral con los núcleos centrales de los hemisferios o con regiones de otros órganos del sistema nervioso central.

En algunas regiones del hemisferio, la sustancia blanca toma nombres específicos:

- **cápsula interna**, la porción de la sustancia blanca que separa el núcleo lenticular del tálamo óptico y del núcleo caudal;
- **cápsula externa**, porción de la sustancia blanca que separa el núcleo lenticular del núcleo antemuro;
- **cápsula extrema**, porción de la sustancia blanca que separa el núcleo antemuro de la región del lóbulo de la ínsula.

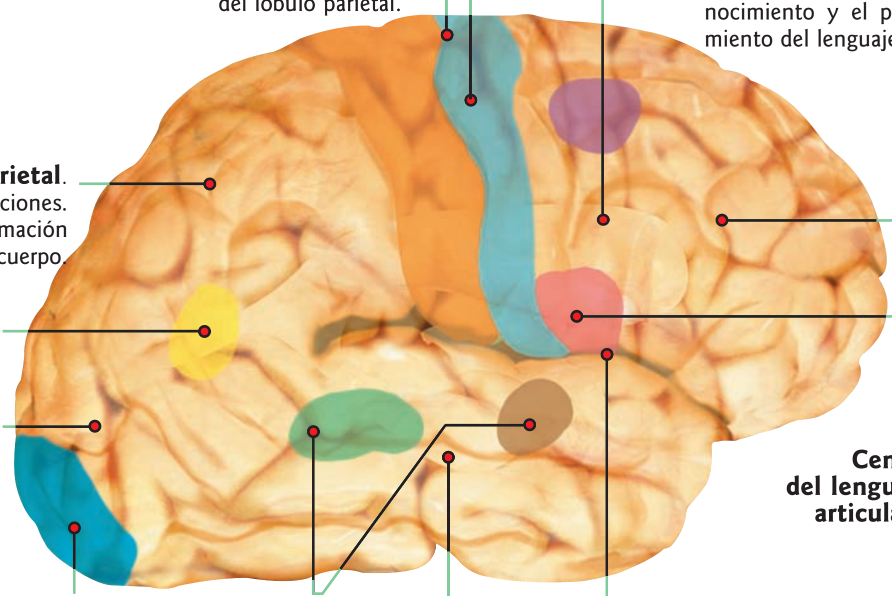


El cerebro visto de arriba.

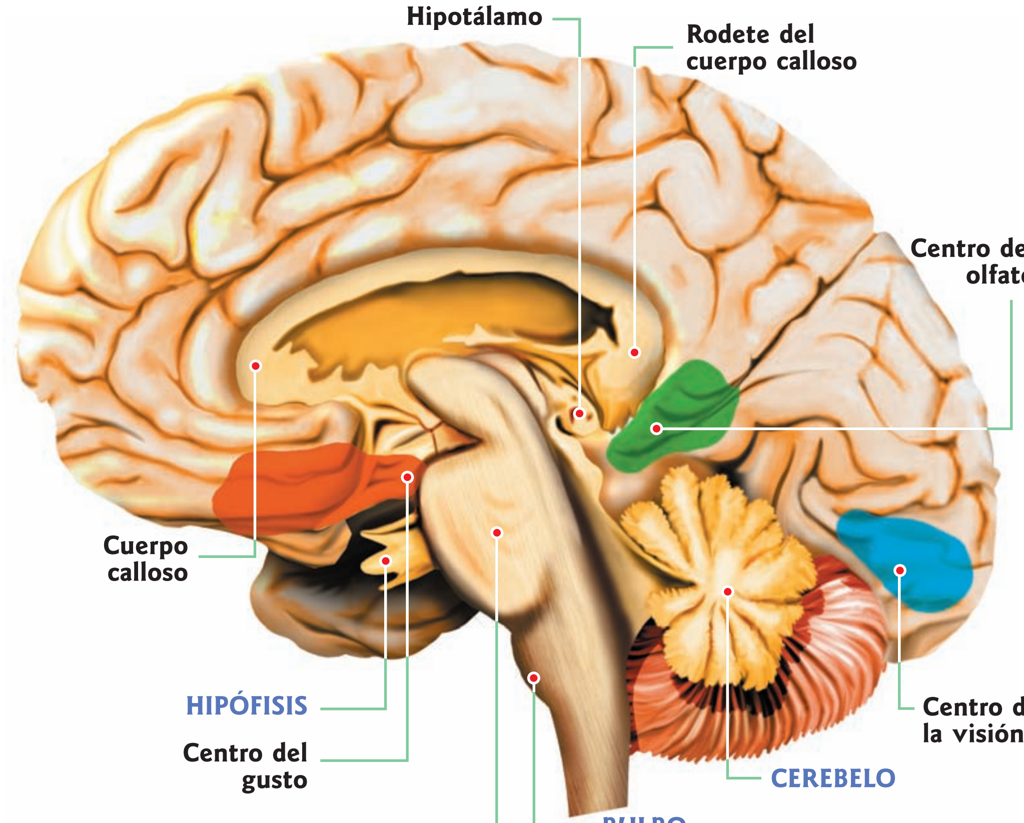
Los hemisferios cerebrales

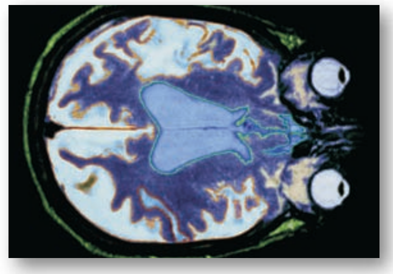
Los hemisferios cerebrales son los responsables de la inteligencia y el raciocinio. Sin embargo, ciertas funciones intelectuales son desempeñadas por un único hemisferio. Generalmente, el hemisferio dominante de una persona se ocupa del lenguaje y de las operaciones lógicas, mientras que el otro hemisferio controla las emociones y las capacidades artísticas y especiales. En la mayoría de las personas diestras y en muchas zurdas, el hemisferio dominante es el izquierdo.

CARA LATERAL DEL HEMISFERIO DERECHO DEL CEREBRO



CARA INTERNA DEL HEMISFERIO IZQUIERDO DEL ENCÉFALO





El nervio óptico es un racimo de más de un millón de fibras nerviosas que conectan la retina del ojo con el cerebro. Las fibras se separan en ambas mitades del cerebro y llegan hasta el lóbulo occipital.

Ver *hipófisis* en pág. 149

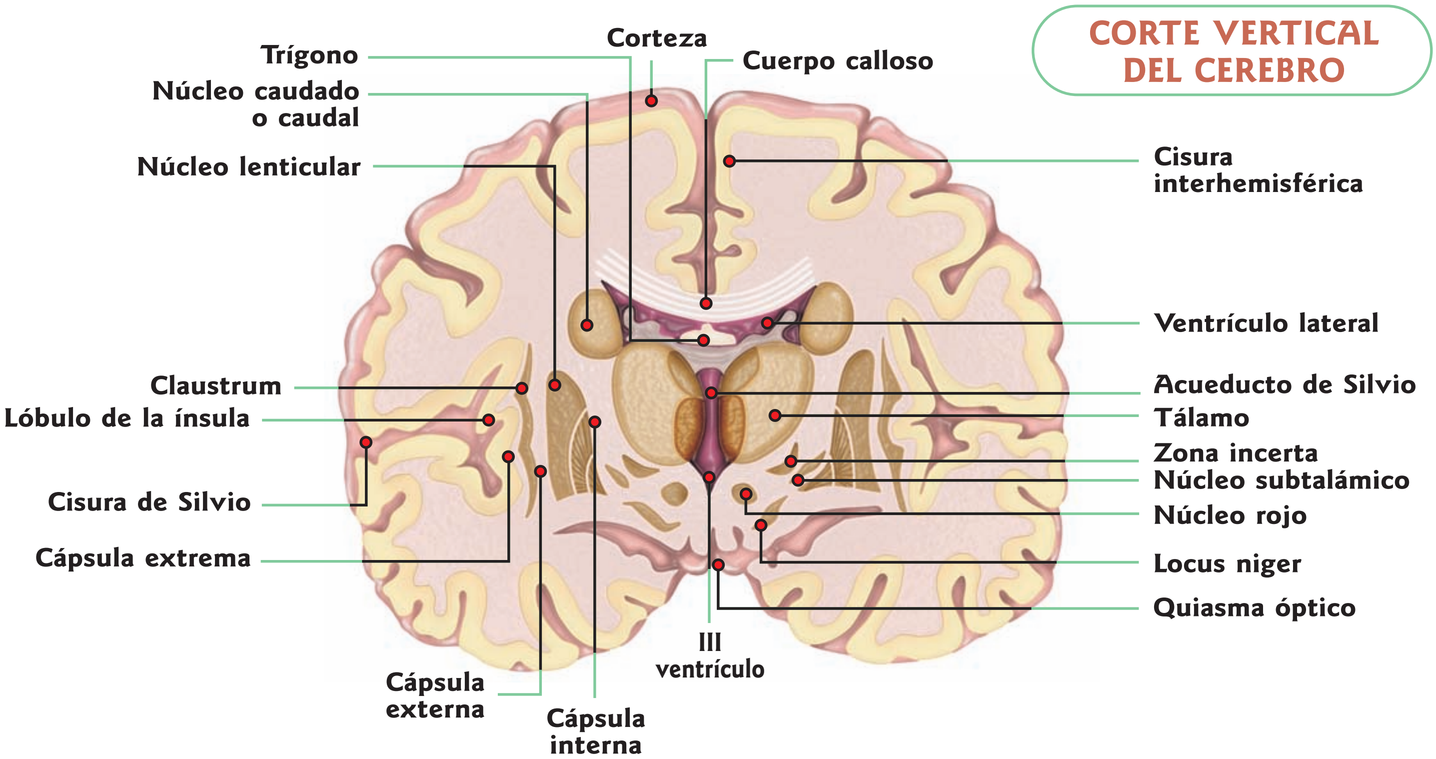
La coordinación de las funciones

FISIOLOGÍA CEREBRAL

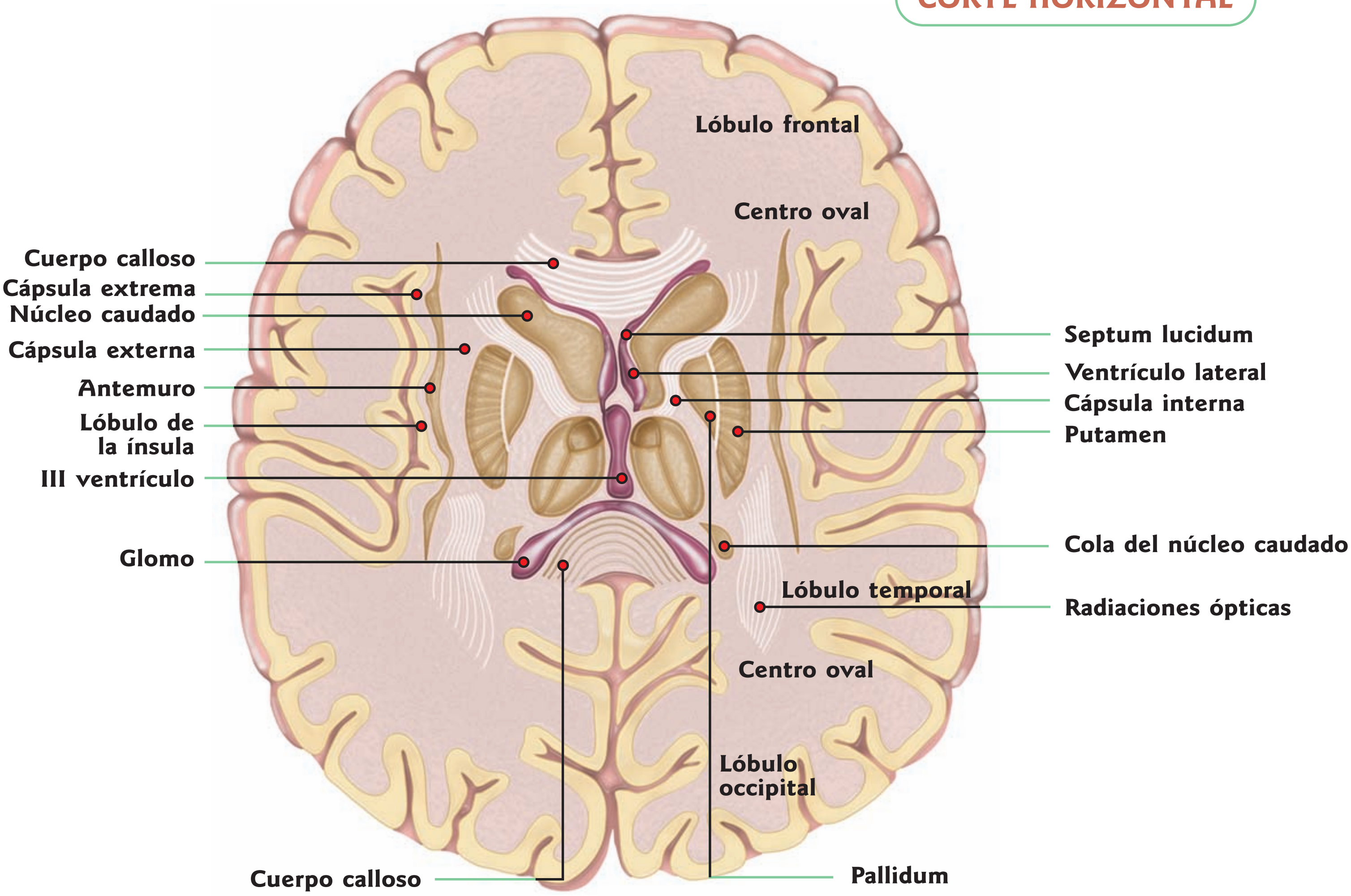
El funcionamiento del cerebro se realiza en dos niveles fundamentales.

- **Nivel inferior** → **Núcleos grises de la base**
  - **Cuerpos estriados.** Función motora.
  - **Tálamos ópticos.** Función sensitiva. Por ellos pasan todos los mensajes sensoriales, menos los provenientes de los receptores del olfato. Retransmite los impulsos nerviosos a la corteza cerebral.
  - **Hipotálamo.** Regula funciones vegetativas.
- **Nivel superior** → **Corteza** → Responsable de la coordinación superior entre los mensajes sensitivos que recibe y los motrices que produce. Hace posible la actividad consciente y voluntaria.

CORTE VERTICAL DEL CEREBRO



CORTE HORIZONTAL



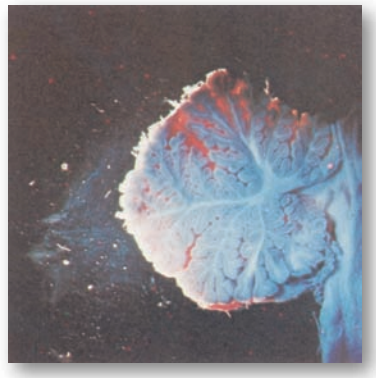
El cerebelo

• Está ubicado en la **fosa occipital del cráneo**. Por arriba limita con el cerebro (del cual está separado por la tienda del cerebelo-paquimeninge) y por delante con el bulbo raquídeo y la protuberancia (IV ventrículo).

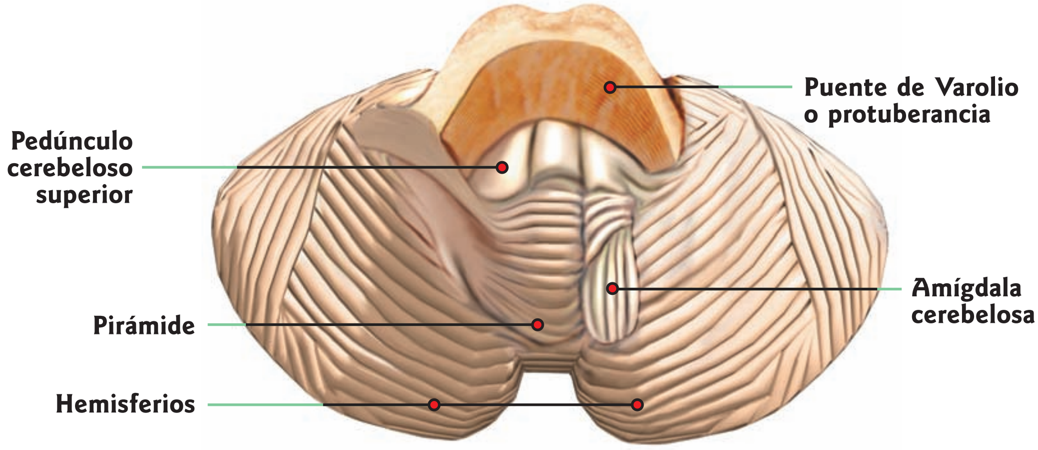
• Su superficie está atravesada por dos tipos de surcos: los **surcos profundos** o de primer orden, que lo dividen en **lóbulos**, y los **surcos menos profundos**, que lo dividen en **lobulillos**, **láminas** y **laminillas**.

• Presenta **tres caras**. La **cara anterior** está ubicada encima del **IV ventrículo** y de ella salen los pedúnculos cerebelosos. La **cara superior** está en relación con los hemisferios cerebrales a través de la tienda del cerebro (fisura horizontal). La **cara inferior** se encuentra sobre la fosa occipital.

• Internamente, el cerebelo está conformado por sustancia blanca y sustancia gris.
La **sustancia blanca** se ubica internamente entre la corteza cerebelosa y los núcleos grises.
La **sustancia gris** se ubica en la superficie de la corteza cerebelosa y, profundamente, en los núcleos grises cerebelosos.



CEREBELO: vista posterior



CORTE SAGITAL DEL CEREBELO



El cerebelo ejerce una actividad reguladora sobre la motilidad cinética y la estática. Esto lo logra de las siguientes maneras:
• haciendo que el movimiento tenga la necesaria intensidad o fuerza y la medida exacta que requiere la acción;
• asegurando la coordinación de los músculos cuando deben contraerse simultáneamente o alternativamente;
• regulando el tono muscular;
• interviniendo en el mantenimiento de la postura y el equilibrio.

La protuberancia anular

Llamada también **puente de Varolio,** se ubica por arriba y por delante del bulbo, y por debajo y por delante del cerebelo. Presenta una **cara anterior**, una posterior y dos laterales. La cara anterior se apoya sobre los huesos de la base del cráneo y presenta un surco medio y dos eminencias laterales, los **rodetes piramidales**, que son la continuación de las pirámides anteriores del bulbo. La protuberancia es un órgano conductor y centro de reflejos, como el del llanto y la risa, y el equilibrio.

• Los **pedúnculos cerebrales** son dos gruesos cilindros unidos, ubicados en la cara anteroinferior del encéfalo, que conectan a la protuberancia con el cerebro. La función de estos órganos es la conducción y ser centro de reflejos del equilibrio.
• Los **tubérculos cuadrigéminos** son cuatro eminencias redondeadas, dos anteriores o **nates** y dos posteriores o **testes**, ubicadas en la cara postero-superior de los pedúnculos cerebrales. Los dos anteriores están relacionados con la visión, y los dos posteriores, con la audición y el equilibrio.

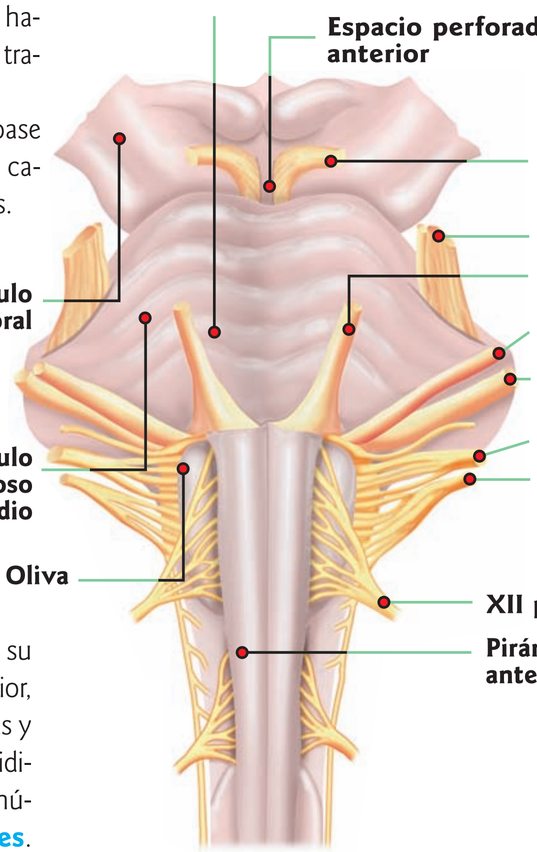
El bulbo raquídeo

Constituye la parte terminal del encéfalo. Hacia abajo está en relación con la médula, con la cual continúa; hacia arriba con la protuberancia y hacia atrás con el cerebelo, al cual está unido a través de los pedúnculos cerebelosos inferiores.

Tiene la forma de un cono truncado con su base mayor en posición superior y presenta cuatro caras: una anterior, una posterior y dos laterales.

Las olivas bulbares se prolongan en los cordones laterales de la médula.

BULBO RAQUÍDEO: vista anterior



Ver *nervios craneales* en pág. 125

La **estructura interna del bulbo** es igual, en su mitad inferior, a la médula. En su mitad superior, debido al entrecruzamiento de las fibras motoras y los haces sensitivos, la sustancia gris queda dividida en cuatro columnas, que constituyen los núcleos de origen de algunos **nervios craneales**.

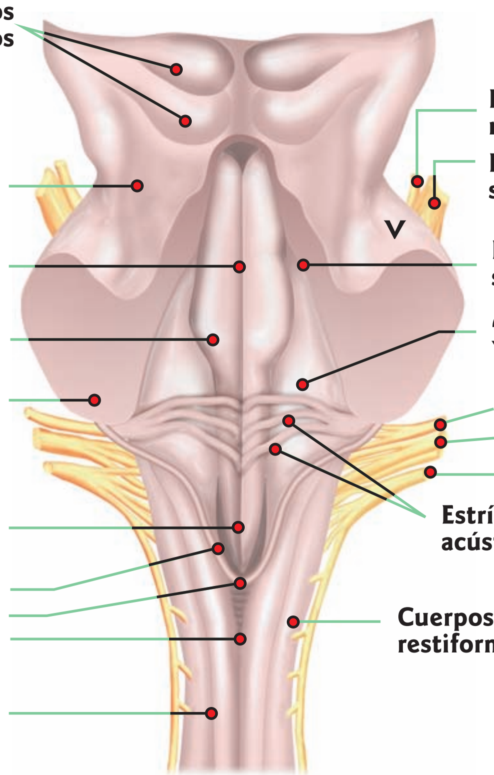
Los centros nerviosos del bulbo rigen, principalmente, los movimientos respiratorios y regulan el ritmo cardíaco.



El bulbo, al igual que la médula, es un órgano conductor de impulsos nerviosos, sólo que, como en el bulbo se produce el entrecruzamiento de las fibras de derecha a izquierda y viceversa, el impulso sensitivo que asciende por la hemimédula izquierda pasará a la mitad derecha del bulbo, y el impulso que desciende de la corteza cerebral pasará de la mitad izquierda del bulbo a la hemimédula derecha.

El bulbo también es centro de reflejos como el de la deglución, el vómito, el cardiorrespiratorio, el vasomotor, etc.

BULBO RAQUÍDEO: vista posterior



La médula espinal

Tiene el aspecto de un grueso cordón cilíndrico, ligeramente aplanado. Está situada dentro del conducto raquídeo y se relaciona por delante con los cuerpos vertebrales, por detrás con las apófisis espinosas y las láminas de las vértebras, y por los lados con las apófisis articulares y los pedículos vertebrales.

La **médula** se mantiene en su posición dentro del **conducto raquídeo** por los siguientes medios de fijación:

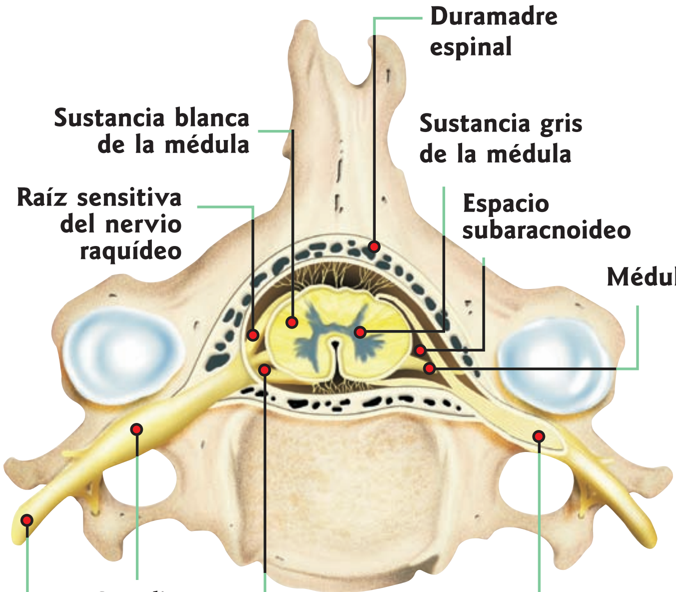
- su continuación con el bulbo;
- el ligamento coccígeo;
- las meninges, que la envuelven y la fijan lateralmente a la pared del conducto raquídeo.

Como la **médula** es más corta que el conducto vertebral que la contiene, las raíces espinales más caudales bajan paralelamente a la médula para encontrar el agujero de conjunción correspondiente, rodeando al *filum terminal* y formando, en conjunto, la *cola de caballo*.

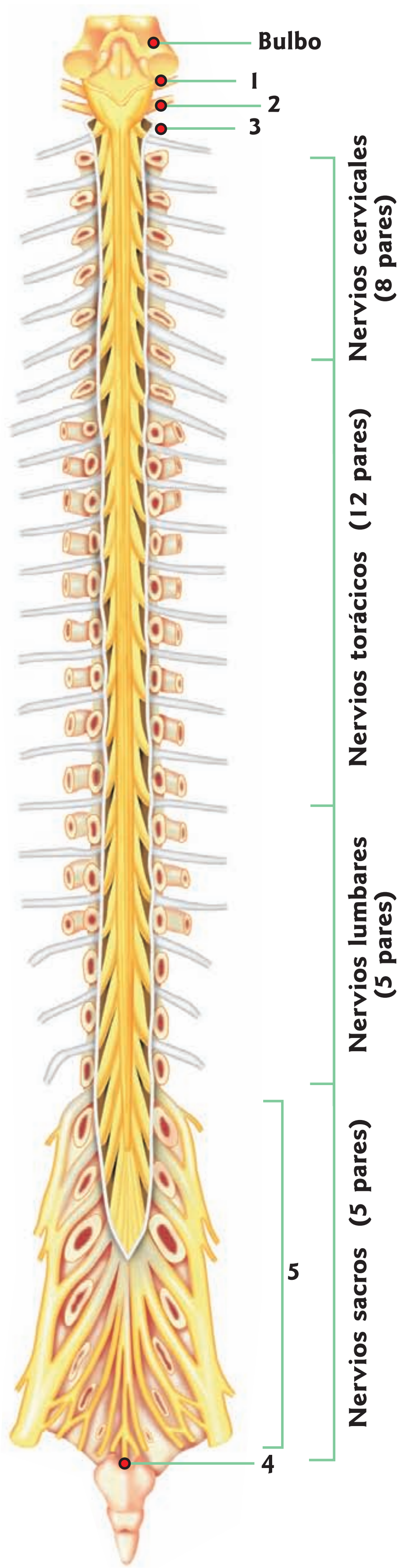
La región superior de la médula se continúa con el **bulbo raquídeo**, y la región inferior se adelgaza, adquiriendo el aspecto de un cono llamado *cono terminal*.

Todo el órgano medular está protegido por las **meninges**, pero a nivel de la segunda vértebra lumbar hasta la segunda sacra sólo se continúa la duramadre, formando el **fondo de saco dural**, que contiene líquido cefalorraquídeo.

CORTE DE LA MÉDULA a nivel de las vértebras cervicales



CORTE SAGITAL DE LA MÉDULA:



1. Nervio glosofaríngeo
2. Nervio vago
3. Nervio hipogloso
4. Nervio coccígeo (1 par)
5. Filum terminal

El fondo del saco dural es el lugar usado por los médicos para aplicar anestesia peridural y para extraer el líquido cefalorraquídeo a fin de buscar agentes causales de enfermedades.

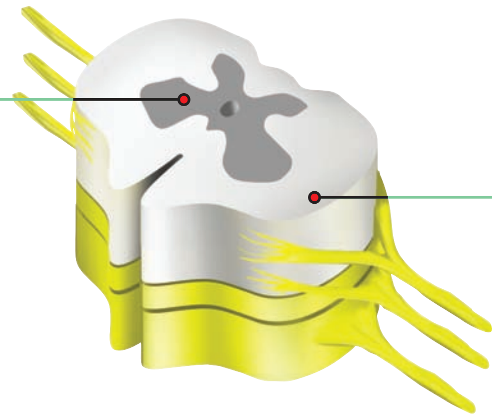
La médula espinal elabora respuestas simples para ciertos estímulos, denominadas ***actos reflejos.*** *Gracias a ellos, el organismo puede actuar rápidamente en situaciones de emergencia.*

El número de nervios espinales cervicales (8) varía en número de las vértebras cervicales (7). El número de segmentos vertebrales y nervios espinales son iguales en las regiones dorsal, lumbar y sacra.

Ver *acto reflejo* en pág. 127

Longitud: *45 cm.*
Peso: *de 25 a 30 g.*
Diámetro transversal: *10 mm.*
Diámetro anteroposterior: *8 mm.*

Se observan en la médula cuatro caras, una anterior, una posterior y dos laterales.
Cara anterior: es recorrida en toda su longitud por un surco, el surco medio anterior (mide 3 mm de profundidad y sus labios son fáciles de separar). A la derecha y a la izquierda de este surco, se observa el surco colateral anterior, donde nacen las raíces motoras de los nervios raquídeos.
Cara posterior: es recorrida por el surco medio posterior (5 mm de profundidad, de labios unidos). A derecha e izquierda de él, se observan los surcos colaterales posteriores, adonde llegan las raíces sensitivas del nervio raquídeo.
Caras laterales: están representadas por la superficie medular comprendida entre las ramas motoras y sensitivas de cada hemimédula.
Si se corta transversalmente la médula, se observa que está formada por dos surcos de distinto color, la **sustancia gris** (interna) y la **sustancia blanca** (externa).



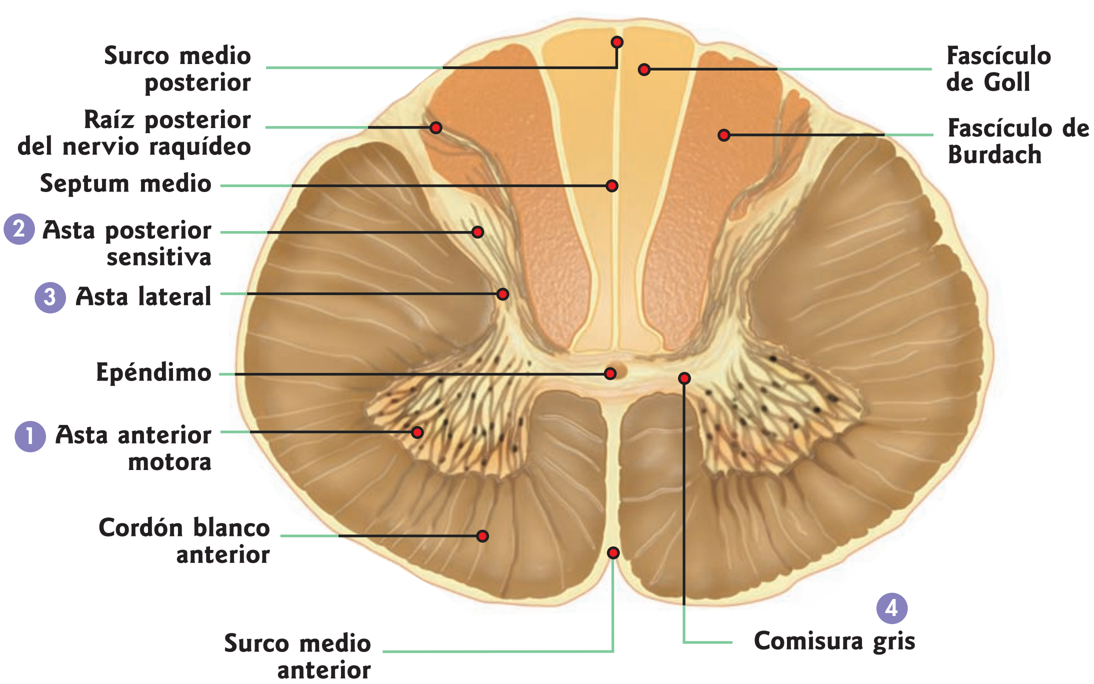
Sustancia gris. Forma una columna dentro de la sustancia blanca. Su sección transversal presenta la forma de una H, formada por ramas de dirección anteroposterior, unidas por una rama transversal.

Sustancia blanca. Está fundamentalmente constituida por numerosas fibras, que son los axones de las neuronas motoras (del cerebro o del asta anterior y lateral medular), sensitivas (provienen del ganglio espinal y de las neuronas cordonales) y neuronas de asociación (provienen de neuronas cordonales de la sustancia gris de la médula). Las fibras que realizan una misma función se agrupan constituyendo un **haz** o **fascículo**.
Los haces se agrupan y constituyen cordones. En cada hemimédula hay tres cordones: **anterior**, **lateral** y **posterior**.
En cada rama se consideran tres regiones: el **asta anterior**, el **asta posterior** y el **asta lateral**.
1 **La rama anterior.** Es gruesa, de contorno irregular. En ella se localizan las **neuronas radiculares**, neuronas motoras cuyos axones forman las raíces anteriores o motoras de los nervios raquídeos.
2 La **rama posterior.** Es delgada, de contorno regular.
3 El **asta lateral** es una saliente gris presente sólo en el corte de médula dorsal; no se encuentra ni en la porción cervical ni en la porción lumbar de este órgano.
4 La **rama transversal de la H** que forma la sustancia gris. Une las bases de las astas anteriores y las posteriores de cada hemimédula. En el centro de ella, se observa el **conducto del epéndimo**.

Fisiología de la médula espinal

La médula actúa como órgano conductor y como centro de reflejos.
a) Como órgano conductor, la médula conduce, en sentido ascendente, sensitivo o centrípeto, información desde los receptores hacia los centros nerviosos superiores. También conduce, en sentido descendente, motor o centrífugo, respuestas conscientes y voluntarias desde los órganos centrales hacia los efectores.
b) Como centro elaborador de respuestas reflejas, la médula ordena respuestas rápidas e involuntarias ante determinados estímulos del medio. Estos actos reflejos se elaboran **en los cuerpos neuronales de las astas anteriores de la sustancia gris**. La médula es centro de reflejo de la vida vegetativa y de la vida de relación.

CORTE DE MÉDULA



El sistema periférico

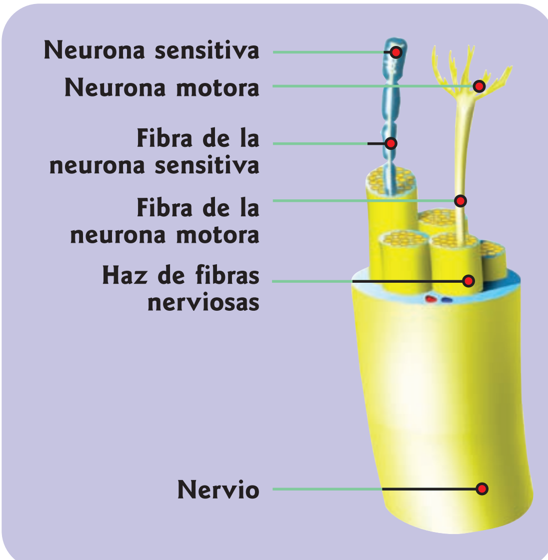
Del encéfalo y la médula salen los nervios que transmiten la información necesaria del exterior y el interior del organismo. El sistema se completa con dos cordones nerviosos y con engrosamientos que constituyen los ganglios.

Los **nervios** están constituidos por fibras nerviosas (prolongaciones de las neuronas) que se encuentran reunidas en haces, rodeados exteriormente por tejido conjuntivo.

De acuerdo con las fibras nerviosas que los forman, se clasifican en:

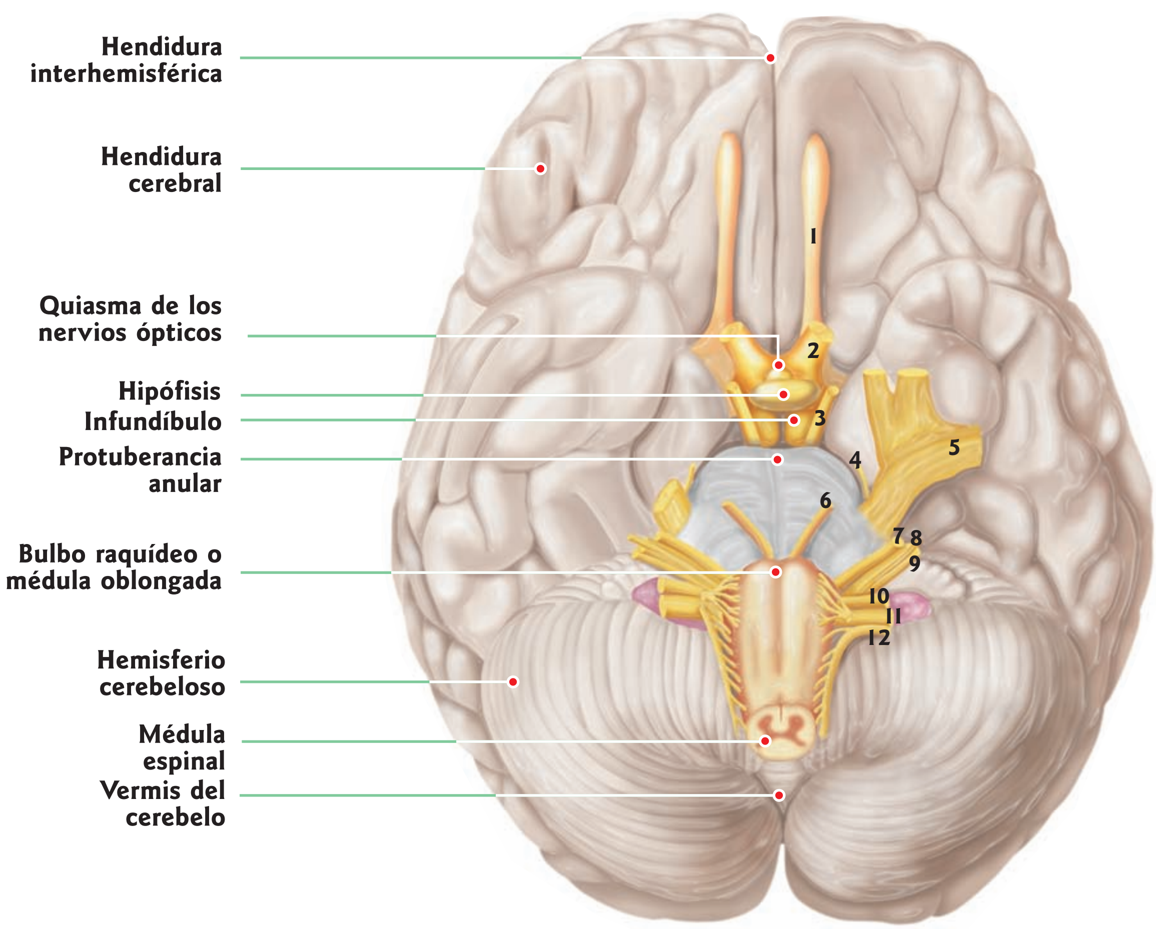
- **sensitivos**, que llevan la información del exterior a los centros nerviosos (médula y encéfalo);
- **motores**, que conducen las respuestas elaboradas en los centros nerviosos hasta los músculos o las glándulas;
- **mixtos**, formados por fibras sensitivas y motoras. Según el lugar de origen, los nervios se clasifican en craneales y raquídeos.

Los nervios craneales son doce. Tienen un origen real, que es el núcleo gris o región donde se encuentran las neuronas cuyos axones los forman, y un origen aparente, que es el lugar en el que se los ve aparecer.



El sistema nervioso periférico está formado por todos los nervios del cuerpo (pares craneales y nervios periféricos o raquídeos) y los ganglios.

ENCÉFALO: vista inferior



1. Nervio olfativo
2. Nervio óptico
3. Nervio motor ocular común
4. Nervio patético
5. Nervio trigémino
6. Nervio motor ocular externo
7. Nervio facial
8. Nervio auditivo
9. Nervio glosofaríngeo
10. Nervio neumogástrico
11. Nervio espinal
12. Nervio hipogloso

Los **nervios raquídeos** son 31 pares: 8 cervicales, 12 dorsales, 5 lumbares, 5 sacros y 1 coccígeo. Están formados por **dos raíces**: **sensitiva y motora**. La **raíz sensitiva** nace en los ganglios espinales. Está formada por los axones de neuronas monopolares ubicadas en ellos, que penetran por el cordón posterior de la médula espinal y terminan en las astas posteriores de ésta.

La **raíz motora** nace en las astas anteriores de la sustancia gris de la médula espinal y está constituida por los axones de neuronas radiculares. Ambas raíces forman el **nervio raquídeo**, que sale del conducto vertebral por el agujero de conjunción correspondiente. Algunas ramas se unen, o anastomosan, formando **plexos** de los que se desprenden otros nervios.

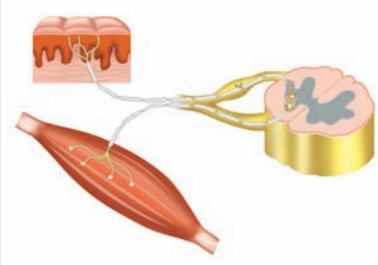
NERVIOS CRANEALES

PAR	NOMBRE	ORIGEN REAL	ORIGEN APARENTE	FUNCIÓN
I	Olfatorio	Mucosa pituitaria amarilla.	Bulbo olfatorio.	Sensorial: conduce excitaciones olfatorias desde la mucosa pituitaria hasta el centro del olfato.
II	Óptico	Células bipolares: parte media de la retina.	Quiasma óptico.	Sensorial: conduce excitaciones visuales desde la retina al centro de la visión.
III	Motor ocular común	Tubérculos cuadrigéminos superiores.	Parte interna de los pedúnculos cerebrales.	Motor: inerva los músculos del ojo, excepto el recto externo y el oblicuo mayor.
IV	Patético	Tubérculos cuadrigéminos inferiores.	Debajo de los tubérculos cuadrigéminos.	Motor: inerva el músculo oblicuo mayor del ojo.
V	Trigémino	Protuberancia.	Cara anterior de la protuberancia.	Mixto Rama motora: inerva músculos masticadores. Rama sensitiva: recibe excitaciones sensitivas de frente, párpados lengua, dientes y cuero cabelludo.
VI	Motor ocular externo	Protuberancia.	Surco bulboprotuberancial, fuera del VII.	Motor: inerva el músculo recto externo del ojo.
VII	Facial	Protuberancia.	Fosita supraolivar.	Mixto Rama motora: inerva los músculos cutáneo de cabeza y cuello, velo del paladar, huesecillos del oído. Rama sensitiva: es el nervio intermediano de Wrisberg, inerva la tercera parte anterior de lengua, glándulas salivales y lacrimal.
VIII	Auditivo	Bulbo-protuberancia.	Por detrás de la fosita supraolivar.	Sensorial La rama coclear nace en el órgano de Corti, conduce impulsos auditivos. La rama vestibular conduce impulsos nerviosos que intervienen en la regulación del equilibrio.
IX	Glosofaríngeo	Bulbo.	Surco retrolivar por arriba del X.	Mixto Las fibras motoras inervan fibras de faringe y velo del paladar. Las fibras sensitivas transmiten excitaciones gustativas de la lengua, actuando como nervio sensorial y de excitación de la sensibilidad general, de la parte media de la lengua, la faringe y las amígdalas.
X	Neurogástrico o vago	Bulbo.	Surco retrolivar.	Mixto La rama motora inerva órganos de los aparatos digestivo, respiratorio y circulatorio. Moderador del ritmo cardíaco y relacionado con el SNA. La rama sensitiva inerva el pabellón de la oreja y la tercera parte posterior de la lengua.
XI	Espinal	Bulbo.	Surco retrolivar.	Motor: inerva los músculos de la faringe, el esternocleidomastoideo y el trapecio.
XII	Hipogloso mayor	Bulbo.	Surco preolivar.	Motor: inerva los músculos de la región hioidea y de la lengua.

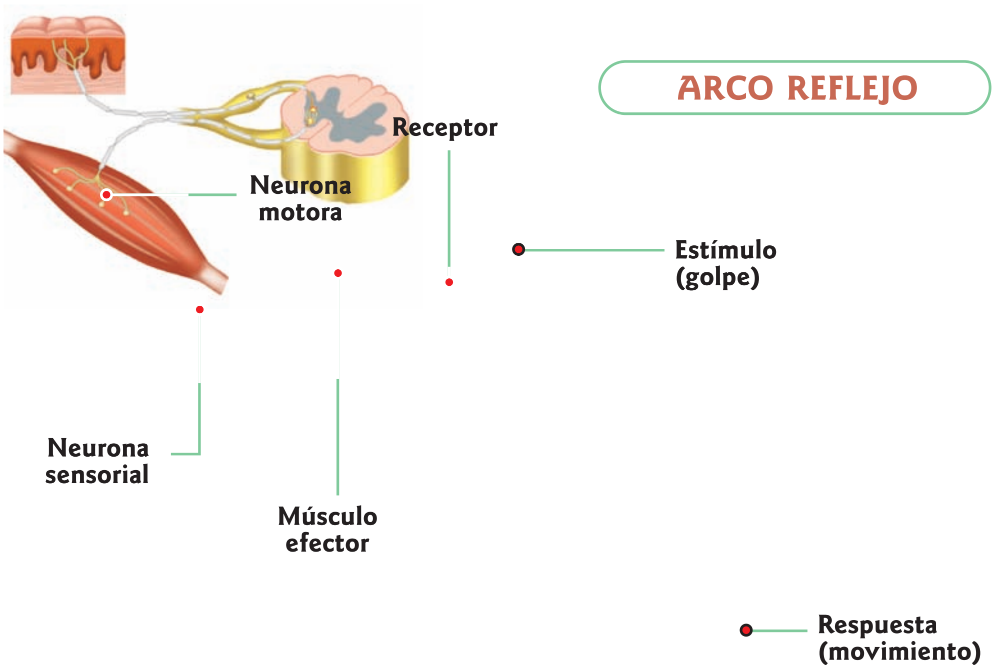
Arco reflejo

Es una respuesta rápida e involuntaria que sucede frente a un estímulo. Por ejemplo, cuando tocamos algo muy caliente, retiramos rápidamente la mano.
El camino que recorre el impulso nervioso para generar el acto reflejo se denomina arco reflejo. En él intervienen:

- un **receptor**, que capta el estímulo;
- una **neurona sensitiva**, que transmite la información sensitiva hacia el centro nervioso;
- un **órgano central,** que interpreta el estímulo y elabora una respuesta adecuada;
- una **neurona motora**, que transmite la respuesta elaborada hacia el efector;
- un **efector**, que efectúa la respuesta.



ARCO REFLEJO



Un reflejo es una respuesta involuntaria de tipo muscular (contráctil) o glandular (secretorio) ante determinados estímulos (estiramiento, dolor, luz, etc.).

CLASIFICACIÓN DE LOS REFLEJOS

Los reflejos se clasifican según distintos criterios:

SEGÚN EL ORIGEN

Innatos o incondicionados
Cuando los reflejos nacen con el individuo, son propios de la especie y no se pierden; por ejemplo, el parpadeo, la secreción lagrimal.

Condicionados o adquiridos
Cuando se logran a través del aprendizaje; por ejemplo, tocar la guitarra, manejar, caminar, andar en bicicleta, etc.

SEGÚN EL LUGAR DONDE SE UBIQUE EL RECEPTOR

Exteroceptivos
Los receptores están ubicados en la parte periférica del organismo, como la piel, la lengua, los ojos. Son reflejos de protección y pueden ser inhibidos por la voluntad; por ejemplo, reflejos cutáneos como el plantar.

Propioceptivos
Los receptores y los efectores están ubicados en el mismo órgano. Son reflejos de la vida de relación, e intervienen en la marcha y la conservación del equilibrio; por ejemplo, el reflejo rotuliano.

Intraceptivos
Los receptores están ubicados en las vísceras, por eso se los llama visceroceptivos; por ejemplo, en las paredes del tubo digestivo, en los vasos sanguíneos, la vejiga, etc. Son receptores que captan las variaciones del medio interno, asegurando así el normal funcionamiento de las vísceras; por lo cual estos reflejos se relacionan con la vida vegetativa.

SEGÚN LA UBICACIÓN DE LAS NEURONAS MOTORAS

Medulares
Son los reflejos de la vida vegetativa como el cilioespinal, y reflejos como el plantar, el aquíleo, el rotuliano, el orgásmico, el pupilar, etc.

Encefálicos
El reflejo de la sudoración, el vasomotor, la salivación, etc.

El bostezo es una respuesta natural a la fatiga y el cansancio.



El sistema nervioso autónomo regula el ambiente interno del cuerpo y controla la actividad de los sistemas digestivo, cardiovascular, excretor y endocrino. Contiene fibras nerviosas que conducen impulsos del sistema nervioso central a los músculos lisos de las vísceras y a la musculatura del corazón.

Sistema nervioso autónomo

También es conocido como **sistema nervioso vegetativo**, **neurovegetativo** o **involuntario**.
Es **vegetativo** o **neurovegetativo** porque su actividad se realiza sobre los órganos y los músculos lisos, que no provocan sensaciones conscientes.
Es **involuntario** porque su acción no depende de los centros nerviosos.

Sistema nervioso autónomo simpático

Está constituido por **dos cordones nerviosos paravertebrales**, que se extienden desde el atlas (primera vértebra cervical) hasta la última vértebra sacra.
Los **ganglios** son centrales o periféricos.

- **Los ganglios centrales** son engrosamientos de cordones nerviosos, de color grisáceo y en forma de huso, como si fueran las cuentas de un rosario. Están en comunicación con el sistema nervioso central mediante **ramas comunicantes** que salen de ellos.

Ramas comunicantes blancas: son fibras de mielina que provienen de las neuronas simpáticas de las astas laterales de la médula. Estas fibras penetran en la raíz anterior del nervio raquídeo y pasan al ganglio por la rama comunicante, estableciendo sinapsis con neuronas de este ganglio.
Ramas comunicantes grises: provienen de neuronas del ganglio. Estas fibras se dirigen por la rama comunicante hasta el nervio raquídeo. Allí pueden seguir dos direcciones: hacia la médula, por la raíz sensitiva del nervio, o hacia la periferia, continuando con la dirección del nervio en el que se introducen.

Los ganglios periféricos se encuentran en el trayecto de las ramificaciones nerviosas que salen de los ganglios centrales y se dirigen a las vísceras, vasos sanguíneos, etc., anastomándose y formando los siguientes plexos:
- **plexo cardíaco**, que inerva el corazón y está formado por las ramas de los ganglios cervicales;
- **plexo solar o celíaco**, que inerva todas las vísceras del abdomen y está formado por las ramas de los ganglios torácicos;
- **plexo lumboaórtico**, que inerva los vasos sanguíneos de abdomen y miembros inferiores, formado por las ramas de los ganglios lumbares;
- **plexo hipogástrico**, que inerva las vísceras localizadas en la cavidad pelviana y está formado por las ramas de los nervios sacros.

Sistema nervioso parasimpático

No todas las fibras de las neuronas de los centros de la vida vegetativa van por las ramas comunicantes a los ganglios centrales del sistema nervioso autónomo simpático. Las fibras de las neuronas de los centros de la vida vegetativa ubicados en el encéfalo y en la última porción medular hacen sinapsis con neuronas de ganglios parasimpáticos, situados cerca de las vísceras o en sus paredes. Estas fibras del sistema nervioso autónomo que van a las vísceras sin pasar por los ganglios centrales forman el sistema nervioso parasimpático.
El sistema parasimpático está constituido por dos porciones:
- porción craneal, cuyas fibras se distribuyen por los nervios craneales III (motor ocular común), VII (facial), IX (glosofaríngeo) y X (neumoesofágico);
- porción sacra: se distribuye por los nervios sacros (pares II, III y IV), que la conducen a los órganos de la pelvis.

MORFOLOGÍA

Porción central

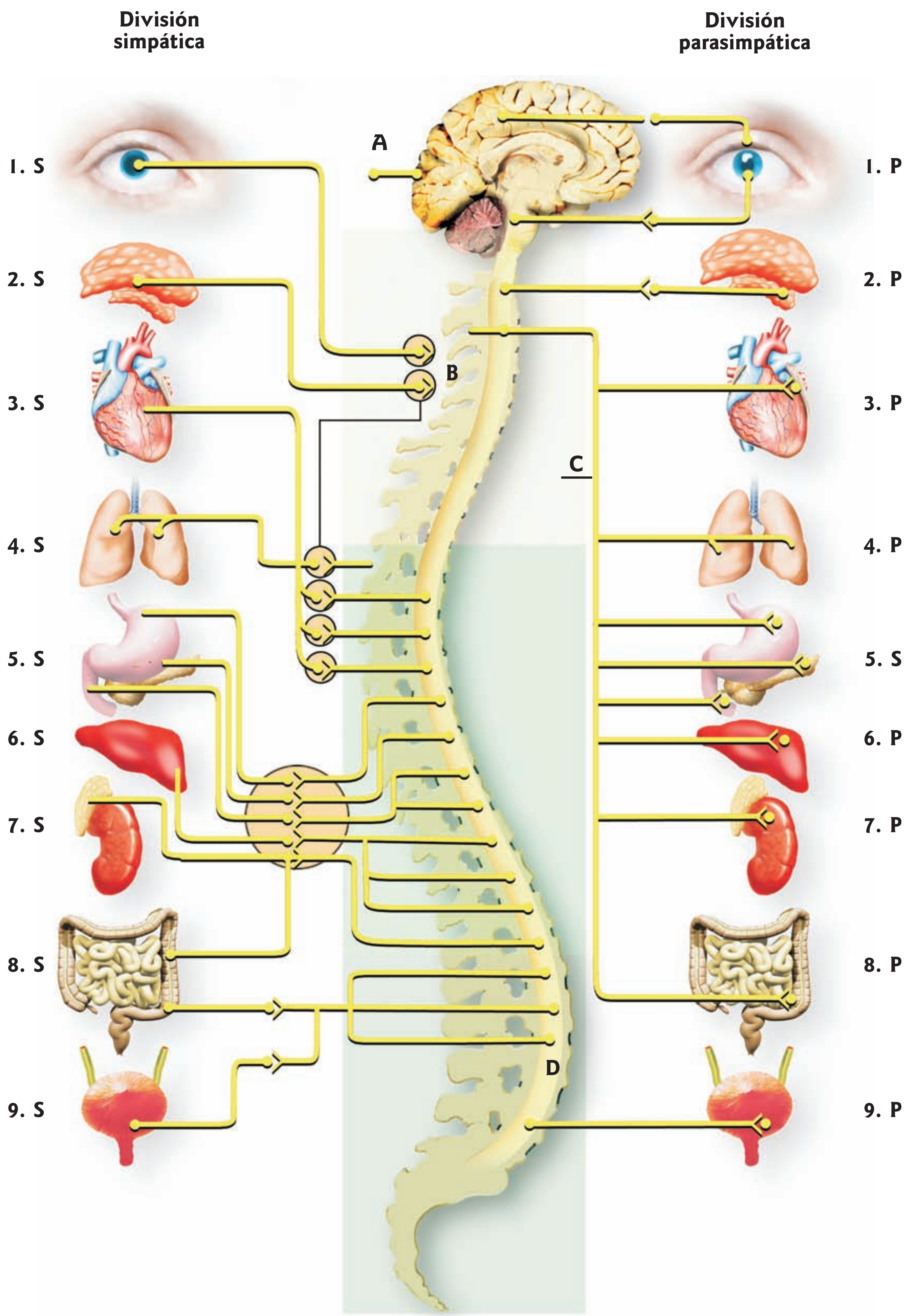
Serie de centros de la vida vegetativa, localizados en los órganos del sistema nervioso central (por ejemplo, hipotálamo).

Porción periférica

- Sistema nervioso simpático.
- Sistema nervioso parasimpático.



La acción del simpático dilata la pupila y permite mayor ingreso de luz.



A. Encéfalo
B. Ganglios cervicales
C. Nervio vago
D. Médula espinal
1. S. Pupila dilatada
1. P. Pupila contraída
2. S. Inhibición de la salivación
2. P. Estimulación de la salivación
3. S. Aceleración de la frecuencia cardíaca
3. P. Desaceleración de la frecuencia cardíaca
4. S. Dilatación bronquial
4. P. Contricción bronquial
5. S. Actividad inhibitoria del estómago y del páncreas
5. P. Actividad excitatoria
6. S. Conversión de glicógeno a glucosa en el hígado
6. P. Conversión de glucosa a glicógeno
7. S. Liberación de epinefrina y norepinefrina
7. P. Inhibición de epinefrina y norepinefrina
8. S. Inhibición de la peristalsis (motilidad intestinal)
8. P. Estimulación de la peristalsis
9. S. Relajación de la vejiga
9. P. Contracción de la vejiga

Fisiología del sistema nervioso autónomo

El sistema nervioso autónomo es **coordinador y regulador de las funciones de la vida vegetativa**. Esto se logra por la acción combinada del sistema nervioso autónomo simpático y el parasimpático, que ejercen una acción antagónica sobre las vísceras. Por ejemplo, sobre el corazón, el sistema nervioso autónomo simpático actúa como acelerador de la frecuencia cardíaca (taquicardia) y, como moderador, el sistema autónomo parasimpático la retarda (bradicardia).
La actividad del sistema nervioso autónomo se debe a la actividad de sustancias químicas liberadas en sus terminaciones posganglionares. El parasimpático libera **acetilcolina,** y el simpático, **noradrenalina**.

Trastornos del sistema nervioso

El cerebro y la médula espinal ordenan y coordinan las sensaciones y los movimientos; por eso, las fallas en su funcionamiento pueden provocar alteraciones mentales o de motricidad.

Las epilepsias pueden deberse a tumores, cuadros febriles, traumas, sustancias tóxicas (arsénico, alcohol, etc.), infecciones, trastornos metabólicos (hipoglucemia, hipocalcemia, etc.), problemas vasculares (arteriosclerosis, hemorragias, aneurismas), etcétera.

Enfermedades nerviosas degenerativas

• El **mal de Alzheimer** se considera la causa principal de demencia en la vejez. Esta enfermedad se caracteriza por la atrofia de las neuronas asociadas al área cognitiva y por la aparición de proteínas anómalas. También se observa una disminución de la cantidad de **acetilcolina**, un neurotransmisor ligado a los procesos de la memoria. Los pacientes con esta enfermedad presentan, además de **trastornos de la memoria** (se olvidan de los nombres de los objetos o de las personas, no recuerdan lo que hicieron durante el día), una **disminución de la atención**, **afasia** —y, en consecuencia, problemas en el habla—, **apraxia** (fallas psicomotrices) y **desorientación temporoespacial** (no saben en qué año viven, ni en qué lugar se hallan, ni recuerdan datos personales).
Aún no existe una cura para esta enfermedad pero, gracias a los tratamientos disponibles, la expectativa de vida de los pacientes se extendió a 15 años o más.

• El **mal de Parkinson**, que afecta principalmente a los varones, es producto de la degeneración de las neuronas que se encuentran en la base del cerebro. Como esta área está asociada a la motricidad, los enfermos presentan **temblores**, **rigidez muscular** y **falta de coordinación**.
Para tratar el mal de Parkinson, se utiliza una droga que se transforma en **dopamina**, un neurotransmisor relacionado con la función motora que está notablemente disminuido en las personas afectadas por esta enfermedad.



Enfermedades nerviosas desmielinizantes

Este tipo de enfermedades provoca la **desmielinización en la placa de las fibras nerviosas del SNC**. En algunos casos, dicha desmielinización es provocada por enfermedades virales (sarampión, varicela, etc.); en otros casos, el origen es una reacción de autoinmunidad, como en la **esclerosis múltiple**. En esta enfermedad, que afecta a personas de entre 20 y 45 años, los linfocitos atacan la vaina de mielina, la capa que recubre los axones de las neuronas. El resultado es dramático: los enfermos pierden la visión y la motricidad. La zona que sufre desmielinización es variable, y de ella dependerán los síntomas.

Parálisis

La **parálisis** es la **anulación funcional de las fibras nerviosas**. Cuando se produce una pérdida del tono muscular (es decir, del estado permanente de contracción del músculo), la parálisis se llama **fláccida**. En cambio, si la parálisis incrementa el tono muscular y los reflejos, y provoca espasmos, se denomina **espástica**. Generalmente, este tipo de parálisis se debe, durante la primera y la segunda infancia, a traumatismos de parto o enfermedades genéticas o infecciosas.

Epilepsias o síndromes convulsivos

Las **epilepsias** son **alteraciones funcionales de la actividad neuronal**, de comienzo brusco, y que tienden a repetirse. Se caracterizan por su evolución crónica, con una descarga excesiva e hipersincrónica de las neuronas cerebrales. Cabe destacar que una crisis epiléptica no significa una epilepsia.
Existen dos grandes tipos de epilepsia: aquella en la que las descargas afectan todo el cerebro, con pérdida de conciencia y convulsiones en todo el cuerpo (**epilepsia generalizada**), y la que afecta sólo una parte de los hemisferios cerebrales, y cuyos síntomas dependen de la zona y el hemisferio afectado (**epilepsia parcial**).

Los sentidos

Las puertas del mundo sensible



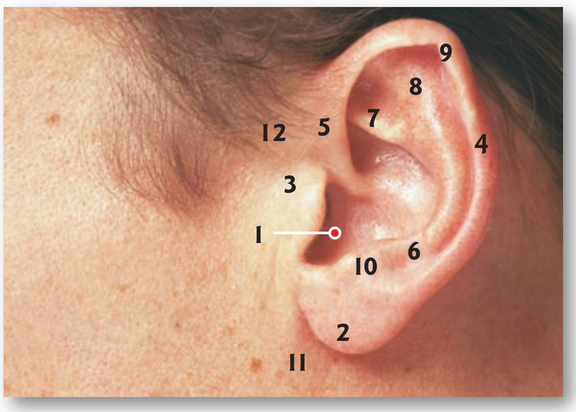
Nuestra relación e interacción con el medio ambiente es posible gracias a órganos que captan, en forma sensible, los objetos y los fenómenos que ocurren en el mundo exterior. Mediante estos órganos, conocemos el tamaño, la forma, el color, la temperatura y otras características de las cosas que existen a nuestro alrededor.

La audición y el equilibrio

El sentido del oído nos permite captar los sonidos que se producen en el ambiente, capacidad fundamental para ubicarnos y para actuar. También es un elemento necesario en la comunicación humana y en la producción del lenguaje. El órgano del oído, además, es el encargado de que, al movernos, no perdamos el equilibrio.

El **oído** es el encargado de percibir las ondas sonoras y transformarlas en sensaciones auditivas. Además, es el responsable del equilibrio.

Los oídos, ubicados a ambos lados de la cabeza (en los huesos temporales), se dividen en tres partes: **oído externo**, **oído medio** y **oído interno**.



Pabellón de la oreja.

1. Conducto auditivo externo
2. Lóbulo
3. Trago
4. Hélix
5. Pilar del hélix
6. Antehélix
7. Pilar inferior del antehélix
8. Pilar superior del antehélix
9. Tubérculo auricular
10. Antitrago
11. Apófisis transversa del Atlas
12. Vasos temporales superficiales y nervio aurículo-temporal



Los canales semicirculares y el vestíbulo del oído interno están relacionados con el sentido del equilibrio. Es probable que una persona con una enfermedad en el oído interno no pueda mantenerse de pie con los ojos cerrados sin tambalearse o sin caerse.

1. Oído externo

Comprende el **pabellón auditivo** u *oreja* y el **conducto auditivo externo**.

2. Oído medio

Es una cavidad existente en el interior del hueso temporal. Presenta **tres orificios**: uno externo, cerrado por el **tímpano**, uno interno o **ventana oval** que lo comunica con el oído interno, y otro inferior, correspondiente a la **trompa de Eustaquio**.

3. Oído interno

Es una compleja estructura situada dentro del hueso temporal. La cavidad existente en el hueso se llama **laberinto óseo** y, en su interior, se aloja el **laberinto membranoso**, donde se localizan los **receptores del sentido del equilibrio** y los **receptores auditivos**. El espacio existente entre uno y otro laberinto está ocupado por un líquido llamado **perilinfa**.

Dentro del laberinto membranoso se ubica la **endolinfa**, cuyos movimientos estimulan a los receptores ubicados dentro de él.

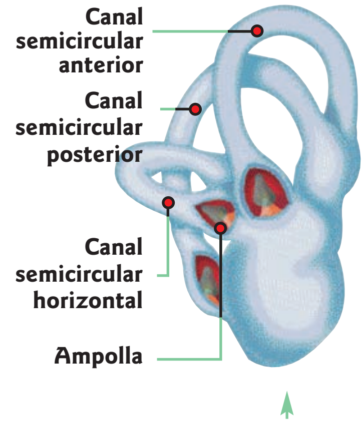
El **laberinto membranoso** consta de:

• dos vesículas, llamadas *utrículo* y *sáculo*, que forman el **vestíbulo membranoso**;
• tres **conductos o canales semicirculares**, que desembocan en el utrículo;
• un **conducto coclear** o conducto auditivo interno.

En la unión con el **utrículo**, los **conductos o canales semicirculares** se ensanchan, formando cada uno una ampolla. Tanto en estas ampo-

El oído interno tiene tres sistemas sensoriales: uno de la audición y dos órganos del equilibrio, que nos permiten mantenernos de pie y recuperarlo cuando estamos a punto de caer. También nos permiten volver la cabeza y agacharnos sin que perdamos la estabilidad.

llas como en el **sáculo**, se encuentran células receptoras del nervio vestibular.
De la parte inferior del **sáculo** se origina el **conducto coclear**, que, luego de un tramo recto, se enrolla sobre sí mismo en forma tridimensional, constituyendo la **cóclea** o el **caracol**.

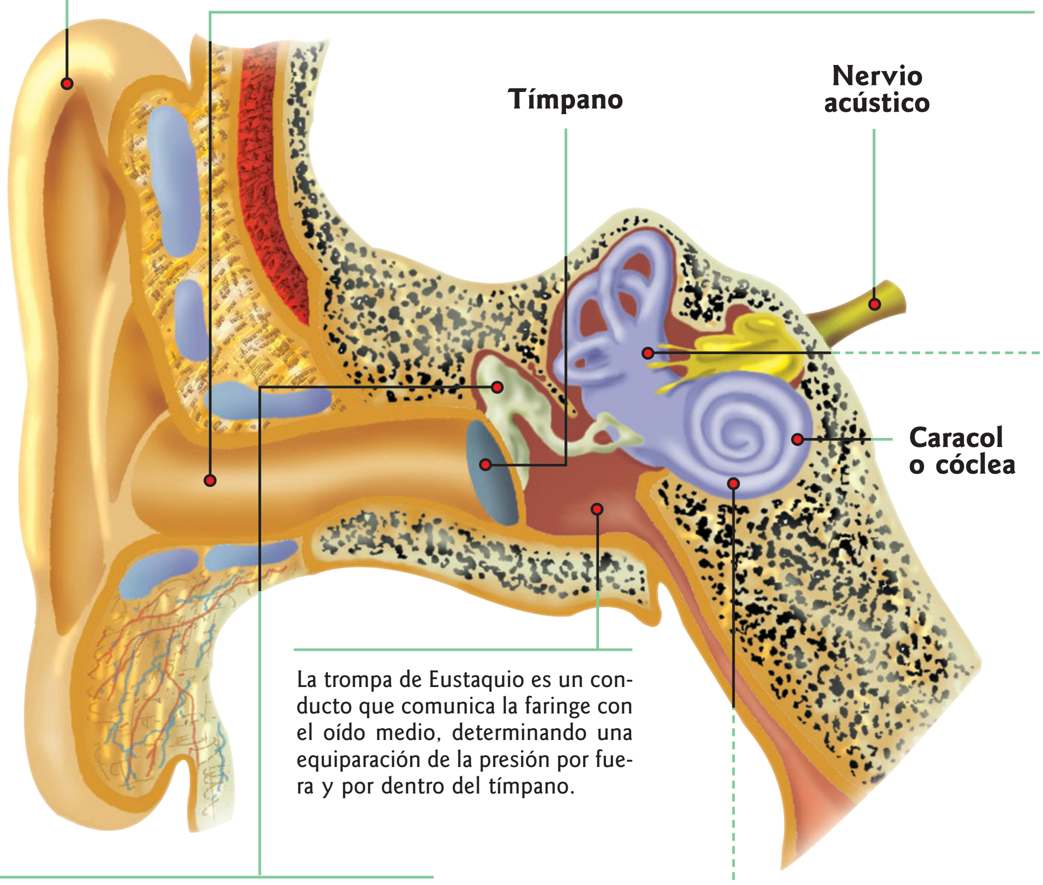


Pabellón auditivo u oreja

Es una estructura cutáneo-cartilaginosa encargada de localizar los sonidos, captar las ondas sonoras y proyectarlas al conducto auditivo externo.

Conducto auditivo externo

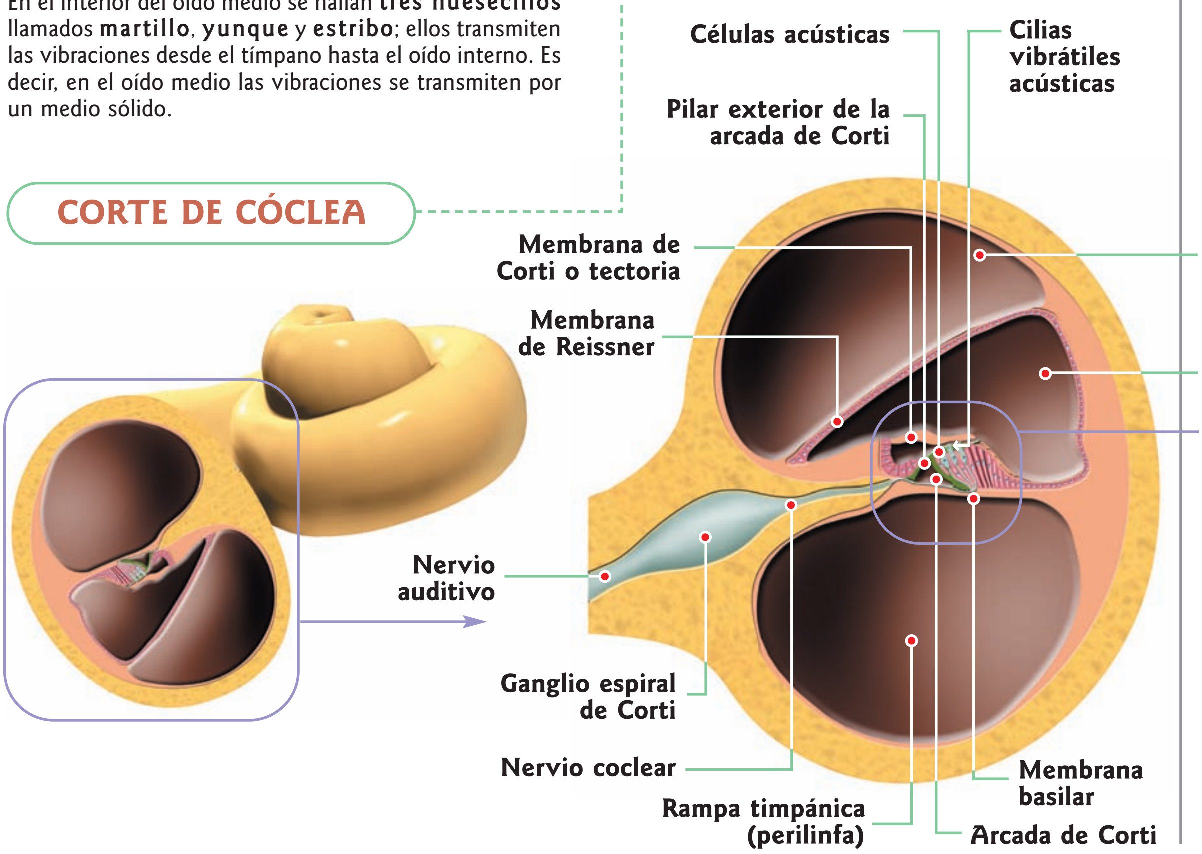
Es la continuación hacia adentro del pabellón auditivo y mide unos 2,5 cm de longitud. En su fondo se encuentra el **tímpano**, una membrana que vibra al recibir los sonidos. Este conducto se encarga de concentrar y amplificar los sonidos captados por el pabellón.
En esta parte del oído, las vibraciones sonoras se propagan por un medio gaseoso: el aire.



La trompa de Eustaquio es un conducto que comunica la faringe con el oído medio, determinando una equiparación de la presión por fuera y por dentro del tímpano.

En el interior del oído medio se hallan **tres huesecillos** llamados **martillo**, **yunque** y **estribo**; ellos transmiten las vibraciones desde el tímpano hasta el oído interno. Es decir, en el oído medio las vibraciones se transmiten por un medio sólido.

CORTE DE CÓCLEA



Corte esquemático del caracol

El conducto coclear está internamente dividido en tres secciones: superior o **rampa vestibular** (que comunica con la ventana redonda), inferior o **rampa timpánica** (que comunica con la ventana oval), y la rampa media o **conducto coclear propiamente dicho**, en cuyo interior se encuentran los receptores auditivos que forman el llamado **órgano de Corti**.

El oído humano está capacitado para percibir sonidos cuya frecuencia oscile entre 20 y 20.000 vibraciones por segundo. Los sonidos de una frecuencia mayor se denominan ***ultrasonidos*** *y no son percibidos por el oído humano.*

¿Cómo se produce la audición?

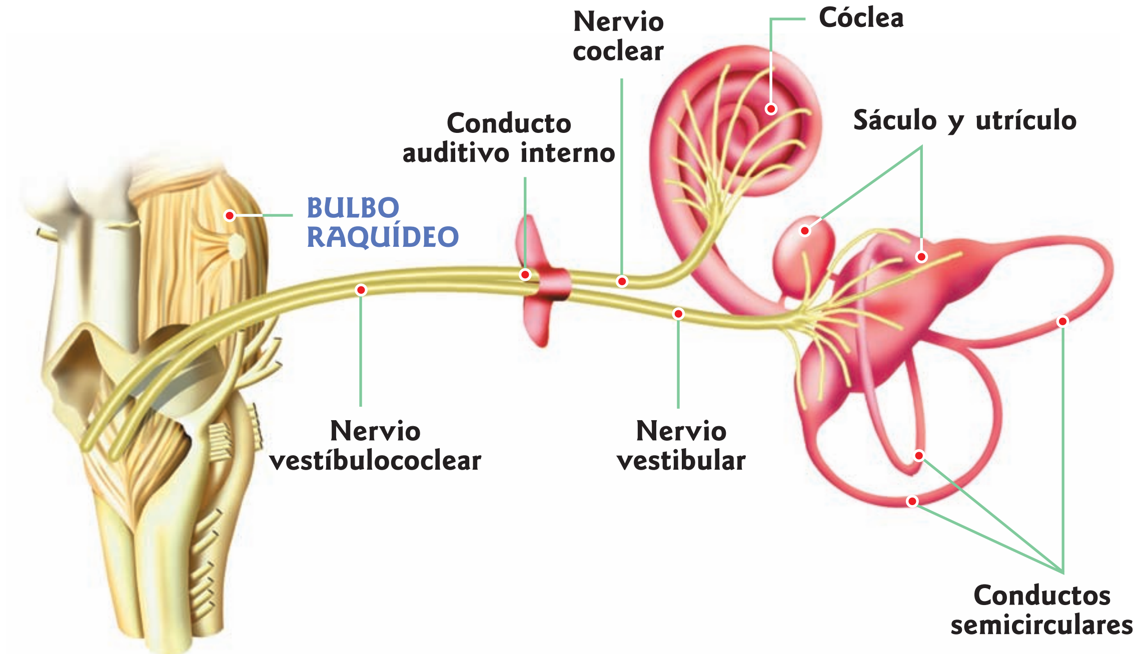
Las ondas sonoras (de la voz, la música, los ruidos) son captadas por el **pabellón de la oreja** y pasan al **conducto auditivo externo**. Al llegar al **tímpano**, lo hacen vibrar. La vibración del tímpano pone en movimiento los **huesecillos** del oído medio. El estribo golpea sobre la **ventana oval**, y las vibraciones de ésta son absorbidas por la **perilinfa**; pasan de la rampa vestibular a la timpánica y provocan el movimiento de la membrana basilar y de la **membrana de Reissner**, y se transmiten a la **endolinfa** que llena el conducto coclear.

Al vibrar la endolinfa, la **membrana tectoria** se mueve y roza las cilias de las células auditivas. De esta forma se origina el impulso nervioso que se transmite al **nervio auditivo o vestíbulococlear**, a través del cual llegan al centro correspondiente, ubicado en la corteza cerebral.

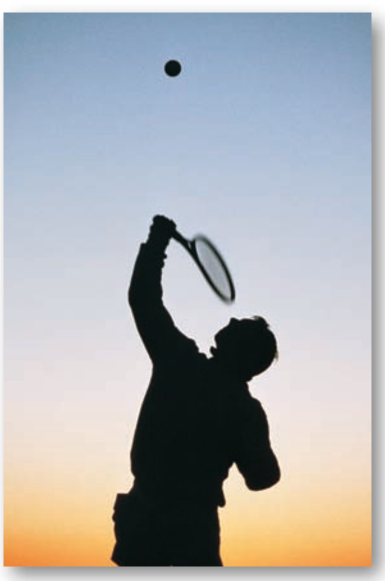
El nervio auditivo o vestíbulococlear envía los impulsos sonoros hasta el área auditiva del cerebro, ubicada en el lóbulo temporal, donde se harán conscientes, y se interpretarán los sonidos. Tiene **dos ramas**: **la coclear**, que nace en el **caracol membranoso** y es el nervio de la audición, y **la vestibular** –vinculada al equilibrio–, que nace en el **utrículo**, el **sáculo** y los **conductos semicirculares**, y se dirige al cerebelo.

Se llama agudeza auditiva a la capacidad para distinguir entre sí dos sonidos muy semejantes. La agudeza auditiva varía de un individuo a otro.

Las vías auditivas son cruzadas, es decir que las ondas captadas por el oído derecho llegarán al centro cerebral ubicado en el lóbulo temporal izquierdo y viceversa.



El sentido del equilibrio



Esta importante función está a cargo de los **canales semicirculares** y el **vestíbulo**.

El extremo de cada canal semicircular se dilata formando una ampolla, en cuyo interior se encuentra una saliencia llamada **cresta acústica**. Esta cresta está formada por una cúpula gelatinosa que cubre las pestañas de las células sensoriales ubicadas entre las células de sostén. Al rotar la cabeza, provoca una corriente de endolinfa de sentido opuesto. De este modo son estimuladas las cilias de los receptores. Las crestas acústicas entran en acción especialmente cuando la cabeza gira.

En el interior de cada una de las **cavidades vestibulares**, se encuentran las **máculas o manchas acústicas**, las cuales presentan una estructura similar a la de las crestas acústicas. Estas máculas están formadas por células de sostén y células sensoriales ciliadas, cubiertas por una capa gelatinosa, que contiene pequeños **cristales de carbonato de calcio u otolitos**. Al cambiar la posición de la cabeza, se mueven los **otolitos**; dicho movimiento es registrado por las células sensoriales, y así se origina un impulso nervioso que se transmite a la corteza cerebelosa a través de la **rama vestibular del nervio auditivo**. Las **máculas** entran en acción con las inclinaciones de la cabeza y en las aceleraciones lineales, en las que actúa como estímulo la fuerza de la gravedad. Al llegar el estímulo al cerebelo, éste se entera de la posición y los desplazamientos de la cabeza en el espacio.

Trastornos de la audición

Las alteraciones del aparato auditivo traen como consecuencia la sordera. Ésta puede ser transitoria o permanente, total o parcial, congénita o adquirida.

Sordera transitoria

La **sordera transitoria** es provocada por la acumulación de cera en el conducto auditivo externo, por catarros que afectan la mucosa nasofaríngea y, por ende, la trompa de Eustaquio, o por supuración del oído medio a causa de infecciones como el sarampión, la difteria, etc. Estas afecciones, comúnmente llamadas *otitis*, a veces no acarrean sordera sino una inflamación que se traduce en zumbidos molestos.

Sordera permanente

La **sordera permanente** es producida por malformaciones o por lesiones en los órganos encargados de transmitir los sonidos. Este tipo de sordera puede ser parcial o total. Cuando se produce un sonido muy violento, la presión de aire puede llegar a romper el tímpano. Por eso, ante explosiones violentas, es recomendable mantener la boca abierta.
Las lesiones producidas en el vestíbulo o en los conductos semicirculares ocasionan alteraciones del equilibrio que dan lugar a movimientos oscilatorios de la cabeza o del cuerpo.

Sordera adquirida

La **sordera adquirida** se puede dar a consecuencia de infecciones auditivas que afecten el tímpano o los huesecillos del oído medio.
Cuando la sordera es congénita o se produce a temprana edad, suele ir acompañada por la pérdida del habla. Se llama sordomudos a las personas privadas del oído y de la palabra, porque han nacido sordas o porque padecen sordera total desde su primera infancia. En el primer caso son mudos porque, al ser sordos, no oyeron nunca la voz y no aprendieron a hablar. En el segundo caso, son mudos porque fueron olvidando lo aprendido al no poder ejercitarlo. En una cuarta parte de los sordomudos, también está afectado el equilibrio.

La sordera que progresa gradualmente con la edad se conoce con el nombre de ***presbiacusia*** *e indica afectación de los receptores cocleares con degeneración de las células ciliadas.*



La audición es necesaria para el desarrollo adecuado del habla y el lenguaje.

Un auxiliar de la medicina

La función auditiva es susceptible hoy de una exploración casi matemática gracias al creciente empleo del **audiómetro radioeléctrico**. Mediante este aparato se puede explorar el campo auditivo, o sea el área que comprende todas las frecuencias y todas las intensidades de sonido que percibe el sujeto explorado (audiometría). La **audiometría** es de sumo interés en medicina legal para descubrir a los simuladores o evaluar los porcentajes de invalidez, en la reeducación de sordomudos, y para la indicación de aparatos de prótesis auricular.
Cuando en lugar de sonidos (**audiometría tonal**) se emiten palabras, la exploración toma el nombre de **logoaudiometría**, que revela el porcentaje de discriminación, o comprensión de la palabra, para cada intensidad ensayada.



La visión

El sentido de la vista es de carácter físico, ya que el estímulo que actúa sobre él es la luz. Los órganos receptores son los ojos, ubicados en el interior de las cavidades orbitarias del esqueleto de la cabeza, ocupada además por los músculos oculares y el tejido adiposo.

Gracias a los ojos, recibimos las imágenes de los objetos del mundo y obtenemos información sobre el color, las formas, la distancia, la posición y el movimiento que tienen.

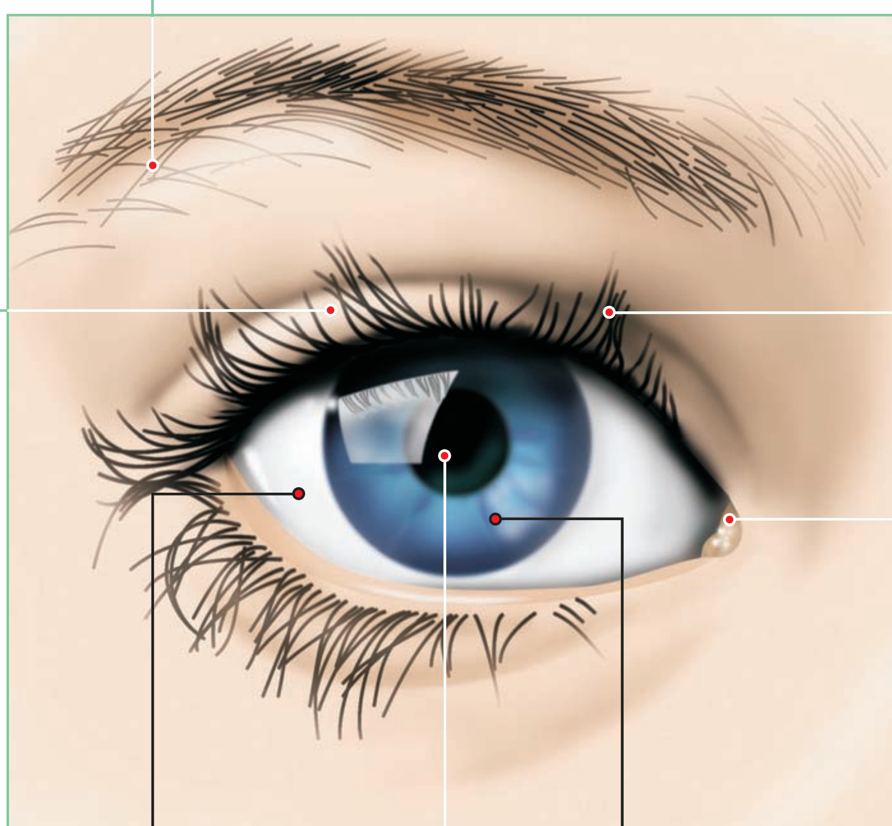
El **ojo** tiene una forma de globo casi esférico de aproximadamente 2,5 centímetros de diámetro. Se mueve gracias a a la acción de 6 músculos (cuatro rectos y dos oblicuos) que se insertan en él y provocan sus movimientos dentro de la órbita.

En su parte anterior, en contacto directo con el exterior, los ojos se encuentran protegidos por **formaciones anexas**: los párpados y las pestañas.

El parpadeo

Este movimiento realizado por los párpados permite restablecer una película lagrimal estable, libera la secreción meibomiana y actúa como un mecanismo de bombeo para la eliminación de lágrimas. Se produce a un ritmo variable, ya que depende de factores internos (como la atención) y externos (como el viento y la luminosidad). Es controlado por la rama motora del nervio facial.

Cejas. Son dos salientes en forma de arco, cubiertas de pelos, que coinciden con el borde superior de la cavidad orbitaria. Su función es proteger los ojos de la transpiración que se desliza por la frente.



Párpados. Son dos repliegues músculo-membranosos (superior e inferior) que se extienden por delante del ojo. El párpado superior es más desarrollado y movible que el inferior. Ambos cumplen una función de protección contra los objetos externos y contra los excesos de iluminación. En los bordes libres de ambos párpados, se implantan pelos gruesos, cortos e incurvados llamados **pestañas**, que ayudan a proteger el ojo. En esos bordes también se encuentran los orificios de desembocadura de unas glándulas sebáceas especializadas, llamadas **glándulas de Meibomio**.

Pestañas. Pelos gruesos, cortos e incurvados que protegen el ojo de partículas e insectos.

Carúncula lagrimal

Esclerótica. Llamada "blanco del ojo", forma parte de los tejidos de soporte del globo ocular.

Pupila. Es un agujero que permite la entrada de luz al globo ocular. Su función es similar **al difragma de la cámara fotográfica.**

Iris. Su coloración representa los que se conoce habitualmente como "color de los ojos" y varía según las personas. Presenta un músculo, de disposición circular, que permite modificar el tamaño de la pupila.

Estructura del ojo

Anatómicamente, el ojo está formado por **tres túnicas o capas concéntricas**, y por **un sistema de medios transparentes y refringentes** que se alojan en su interior.

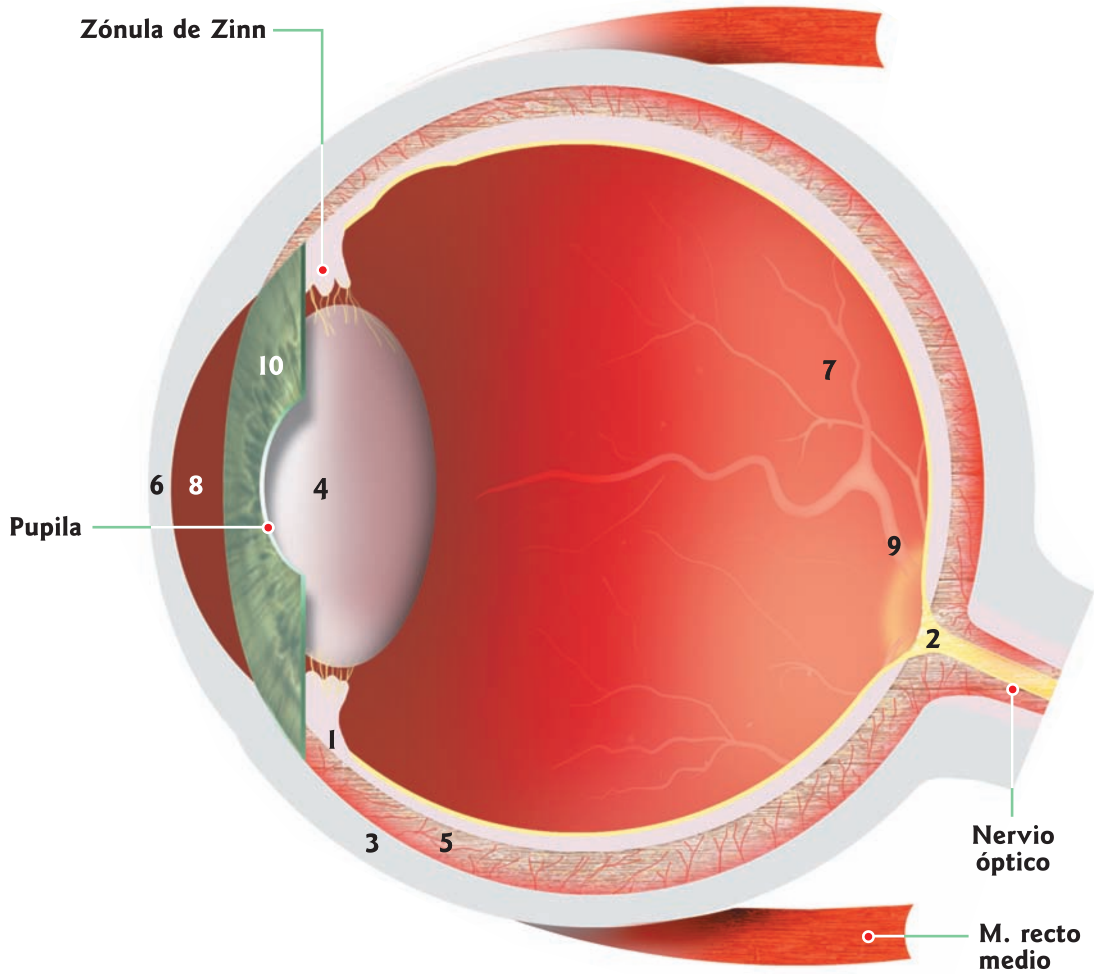
Las tres capas son, de afuera hacia adentro: la **túnica fibrosa o esclerótica**, la **túnica vascular o coroides**, y la **túnica nerviosa o retina**. Los **medios transparentes del ojo** constituyen el **sistema dióptrico**, y están formados por el **cristalino**, el **humor acuoso**, el **humor vítreo** y la **córnea**.

1 **Retina**. Capa más interna. También se llama **túnica nerviosa**, porque en ella se origina el **nervio óptico**. Funcionalmente, actúa como una placa sensible a la luz.

2 **Punto ciego**. El lugar de la retina insensible a la luz porque no posee bastones ni conos.

3 **Túnica fibrosa o esclerótica**. Es una túnica muy resistente, formada por tejido conectivo-fibroso. Protege las partes internas y contribuye a dar rigidez al ojo.

4 **Cristalino**. Lente bicóncava, elástica, incolora y transparente, que se ubica inmediatamente por detrás del **iris**, y que está sujeta por el **ligamento suspensor del cristalino o zónula de Zinn**, que la fija a la túnica vascular. El cristalino acomoda el ojo a la visión cercana y lejana. Cuando el aparato ciliar se contrae, el cristalino se engruesa, y así acomoda el ojo a la visión cercana. Por el contrario, cuando el aparato ciliar se relaja, el cristalino se adelgaza y acomoda el ojo a la visión lejana.



5 **Coroides**. Túnica media, también llamada *túnica vascular*, porque contiene numerosos vasos sanguíneos que nutren la retina. Por eso es una membrana oscura. La parte anterior presenta una perforación en el centro, llamada **pupila**, rodeada de una membrana circular o **iris**.

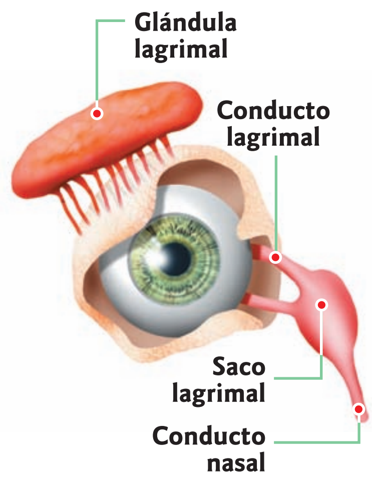
6 **Córnea**. Es la parte anterior de la esclerótica, que se hace transparente para dejar pasar los rayos luminosos.

7 **Humor vítreo**. También llamado *cuerpo vítreo*, es una masa transparente y gelatinosa que llena la cavidad comprendida entre el cristalino y la retina (compartimento posterior). El humor vítreo está envuelto en una membrana hialoidea y atravesado en sentido anteroposterior por el **conducto hialoideo o de Cloquet**, por el que pasa una arteria durante el estado embrionario.

8 **Humor acuoso**. Es un líquido incoloro y transparente, formado en su mayor parte por agua (98%). Se aloja en el compartimento anterior del globo ocular. El humor acuoso mantiene inflado al ojo.

9 **Mácula lútea o mancha amarilla**. Región de la retina que tiene en su centro una depresión o **fovea**, donde se halla la mayor cantidad de células sensoriales responsables de la visión; por eso es considerada **la zona de mayor agudeza visual**.

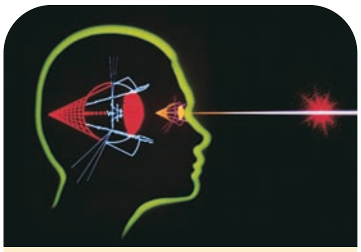
10 **Iris**. Membrana formada por fibras musculares, radiales y circulares, cuya contracción determina la dilatación (**midriasis**) o la contracción (**miosis**) de la pupila, respectivamente. Forma el aparato ciliar encargado de sostener el cristalino e intervenir en sus cambios de curvatura.



Las glándulas lagrimales están ubicadas en la parte superior y externa del ojo. Segregan las lágrimas, las cuales se deslizan hasta el ángulo interno del ojo, donde existe un espacio llamado lago lagrimal. El saco lagrimal es un pequeño reservorio de lágrimas que se aloja en la fosita lagrimal del hueso unguis. Las lágrimas que inundan el lago lagrimal pasan a través de pequeños orificios, que se encuentran por delante de la carúncula lagrimal, a un conducto que las transporta hacia el saco lagrimal. De allí son vertidas en las fosas nasales por el conducto nasal, donde normalmente se evaporan.

Cápsula de Tenon*: es una membrana resistente, de naturaleza fibrosa, que recubre parcialmente a la esclerótica y que forma la vaina de los músculos del ojo. Cumple la función de sostener el globo ocular, al mismo tiempo que lo separa de la parte posterior de la cavidad orbitaria.*

¿Cómo se produce la visión?

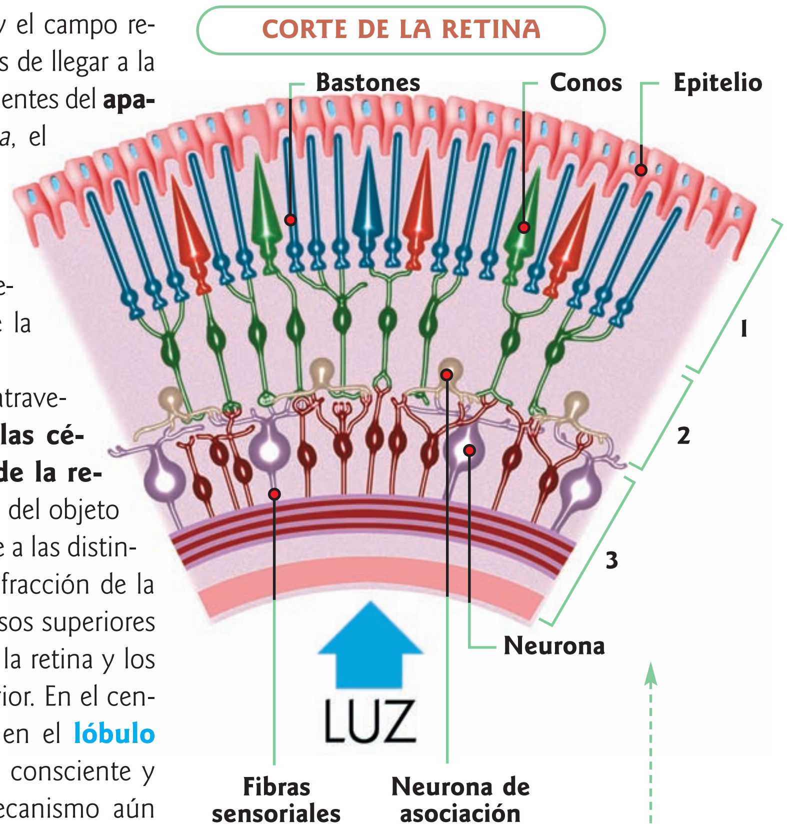


*La visión humana es **binocular** porque observa un campo visual con los dos ojos al mismo tiempo. Las dos imágenes formadas en la retina se superponen y el cerebro interpreta una sola imagen más compleja y precisa.*

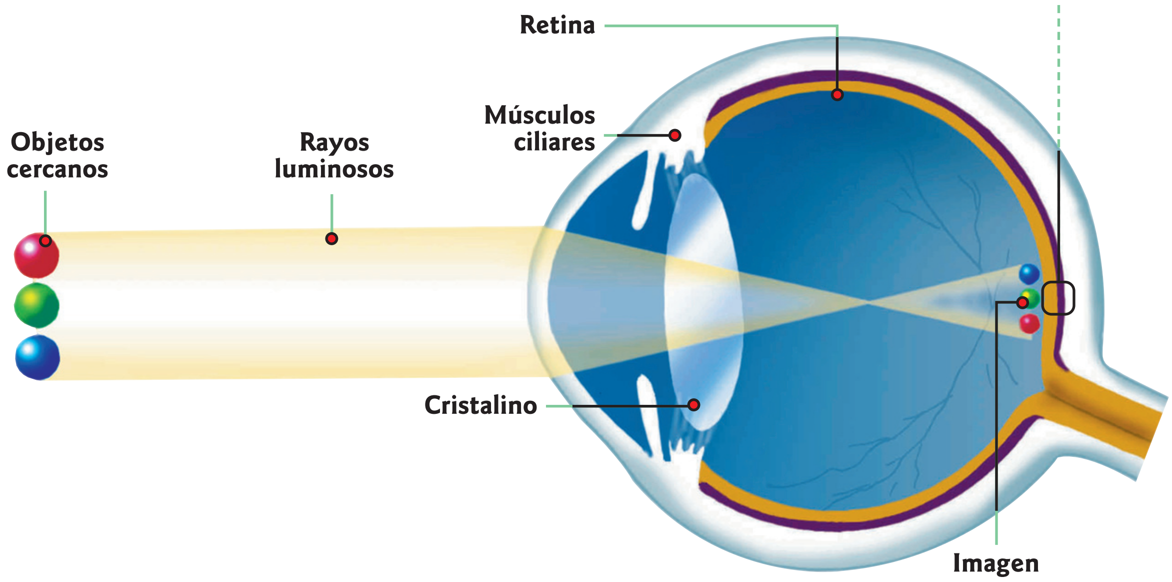
Ver *lóbulo occipital* en pág. 119

El estímulo específico es la luz, y el campo receptor es la **retina**. La luz, antes de llegar a la retina, atraviesa los distintos componentes del **aparato dióptrico del ojo**: la *córnea*, el *humor acuoso* (donde se produce la primera refracción luminosa), la *pupila*, el *cristalino* o la lente bicóncava (donde se produce la segunda refracción), y el *humor vítreo*, donde la luz se refracta por tercera vez.

Los rayos luminosos, una vez que atravesaron el aparato dióptrico, excitan **las células sensoriales (receptoras) de la retina**, formando la imagen invertida del objeto que miramos. Esta inversión se debe a las distintas densidades de los medios de refracción de la luz, de modo que los rayos luminosos superiores se proyectan en la parte inferior de la retina y los inferiores se dirigen a la parte superior. En el centro de la visión cerebral, ubicado en el **lóbulo occipital**, la percepción se vuelve consciente y la imagen se endereza por un mecanismo aún desconocido.



1. Estrato de conos y bastones
2. Estrato neuroepitelial
3. Estrato cerebral



Cuando los músculos ciliares se contraen, el cristalino se vuelve más ancho y aplanado, lo que le permite enfocar objetos distantes. Cuando se relajan, el cristalino se pone más grueso y curvo, y puede enfocar objetos cercanos.

Acomodación a la luz y la distancia

- **Acomodación a la luz:** esta función la cumple el **iris**, achicando la **pupila** cuando la intensidad luminosa es mayor y agrandándola cuando la intensidad luminosa es menor. Está determinada por los músculos circulares y radiales.
- **Acomodación a la distancia:** esta función está determinada por el **cristalino**, aumentando su curvatura en la cara anterior para la visión cercana y aplanándola para la visión lejana. El cristalino no necesita acomodarse para poder ver correctamente objetos ubicados a más de 60 metros de distancia. La acomodación es necesaria entre dicha distancia y los 15 cm, que constituyen el límite mínimo para poder observar claramente un objeto en personas con visión normal.

Trastornos de la visión

Los ojos pueden sufrir accidentes, enfermedades y problemas que ocasionen una disminución o pérdida de la visión en forma temporaria o permanente. Algunas enfermedades son de carácter hereditario; otras son producto de la edad.

Miopía

Las imágenes se forman por delante de la **retina**, porque el diámetro anteroposterior del globo ocular es demasiado largo (ojo largo), o porque la cara anterior del cristalino es demasiado convexa. La persona miope no ve claramente los objetos lejanos, por eso los acerca a sus ojos. La **miopía** se corrige colocando lentes bicóncavas o divergentes, que logran la correcta ubicación de la imagen en la retina.

Hipermetropía

Las imágenes se forman por detrás de la **retina** porque el diámetro anteroposterior del globo ocular es corto (ojo corto), o porque la cara anterior del cristalino es casi plana. La persona hipermétrope no ve claramente los objetos cercanos, por eso los aleja de sus ojos. La hipermetropía se corrige colocando lentes biconvexas o convergentes, que logran la correcta ubicación de la imagen en la retina.

Presbicia

Esta anomalía puede presentarse hacia los 40 ó 50 años en individuos con ojos normales en los que ha disminuido la capacidad de acomodación por parte del cristalino. Los individuos con **presbicia** ven claramente los objetos lejanos, pero no tienen nitidez para la visión cercana. La **presbicia** se corrige con lentes convergentes.

Estrabismo

Es un defecto de las contracciones de los músculos del ojo, a causa de lo cual la visión no es perfecta.

Acromatopsia

Es la ceguera completa para los colores. Se debe a que ninguna de las fibras nerviosas es excitable por éstos.

Catarata

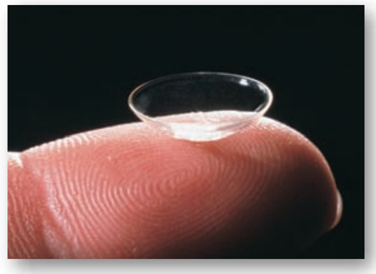
Es una enfermedad característica de la vejez y consiste en la opacidad del cristalino como consecuencia de una coagulación.

Daltonismo

Consiste en la confusión de los colores rojo y verde, y es un trastorno hereditario.

Astigmatismo

La córnea presenta una desigual curvatura en los distintos planos, deformando las imágenes; por ejemplo, la cifra 43 se convierte en 34. Esta anomalía se corrige con lentes cilíndricas pulidas en forma despareja para compensar los desniveles de la córnea.



Las lentes de contacto no dejan que la miopía avance.



Eventualmente, un cuerpo extraño puede alojarse en el ojo y provocar lesiones de poca o mucha gravedad. En esos casos, el oftalmólogo lo extrae (si todavía se encuentra en el ojo) y venda para evitar una mayor irritación.

Protección, sensibilidad y tacto

La piel es el órgano que cubre la superficie externa del cuerpo y se continúa con las mucosas que tapizan las cavidades que naturalmente se comunican con ella. Cumple funciones indispensables para el equilibrio del organismo: lo protege de la agresión del medio externo y transmite información muy valiosa.

La epidermis es la parte visible de la piel, aunque las células que vemos son células muertas. Las células se originan en los estratos más profundos de esta capa y tardan de dos semanas a un mes en llegar a la superficie. Se considera que se desprenden entre 30 mil y 40 mil células de la epidermis por día.

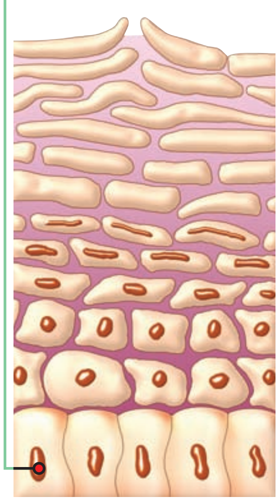
La **piel** protege el cuerpo de los factores externos y de la penetración de los microbios. También actúa como reguladora de la temperatura: aísla al individuo del frío o le facilita la pérdida de calor en los climas cálidos. Es casi impermeable al agua y es permeable para algunas sustancias que es capaz de absorber.
La **piel** se compone de dos capas: una externa y delgada, sin vasos sanguíneos, llamada **epidermis**; y otra interna y gruesa, con numerosos vasos sanguíneos y terminaciones nerviosas, llamada **dermis**.

Epidermis

Esta capa está formada por **tejido epitelial**, que se dispone en varios estratos de distintos tipos de células. Las células de la capa más profunda, que están en relación con la dermis, se dividen activamente originando las capas superiores. Las capas de las células más externas son comprimidas y se transforman en células epiteliales aplanadas y muertas (pierden el núcleo), que se descaman constantemente y son reemplazadas por células adyacentes. La muerte de estas células se produce al entrar en contacto con el aire y no recibir agua ni alimentos, porque la epidermis no posee vasos sanguíneos que la irriguen. Las células de las capas inferiores se nutren con los alimentos que les llegan provenientes de la dermis.

Dermis

Esta capa es más gruesa que la epidermis y está formada por **tejido conectivo fibroelástico**, con abundantes vasos sanguíneos y linfáticos que la irrigan, y nervios que la inervan. Las dos capas



LOS ESTRATOS DE LA EPIDERMIS SON:

ESTRATO GERMINATIVO O BASILAR

Limita con la dermis y está formado por células cilíndricas pigmentadas con melanina. Es el estrato que origina constantemente nuevas células, que sufren modificaciones para formar los estratos superiores.

ESTRATO ESPINOSO O DE MALPIGHI

Formado por células poliédricas irregulares de contornos espinosos (que caracterizan este estrato).

ESTRATO GRANULOSO

Está integrado por células del estrato anterior, que contiene queratohialina. En este nivel, mueren las células de la epidermis.

ESTRATO LÚCIDO

Está formado por células aplanadas y transparentes ya muertas.

ESTRATO CÓRNEO

Lo forman células muertas, cargadas de queratina y dispuestas como escamas que se desprenden permanentemente.

que forman la dermis son: la capa superficial o *dermis papilar*, y la capa profunda o *reticular*.
En la dermis se encuentran los receptores nerviosos, los vasos sanguíneos, las glándulas sudoríparas y sebáceas, y los pelos con sus erectores.

Hipodermis

Se encuentra debajo de la dermis y es una capa de tejido celular subcutánea que separa la dermis de los músculos adyacentes.

La sensibilidad

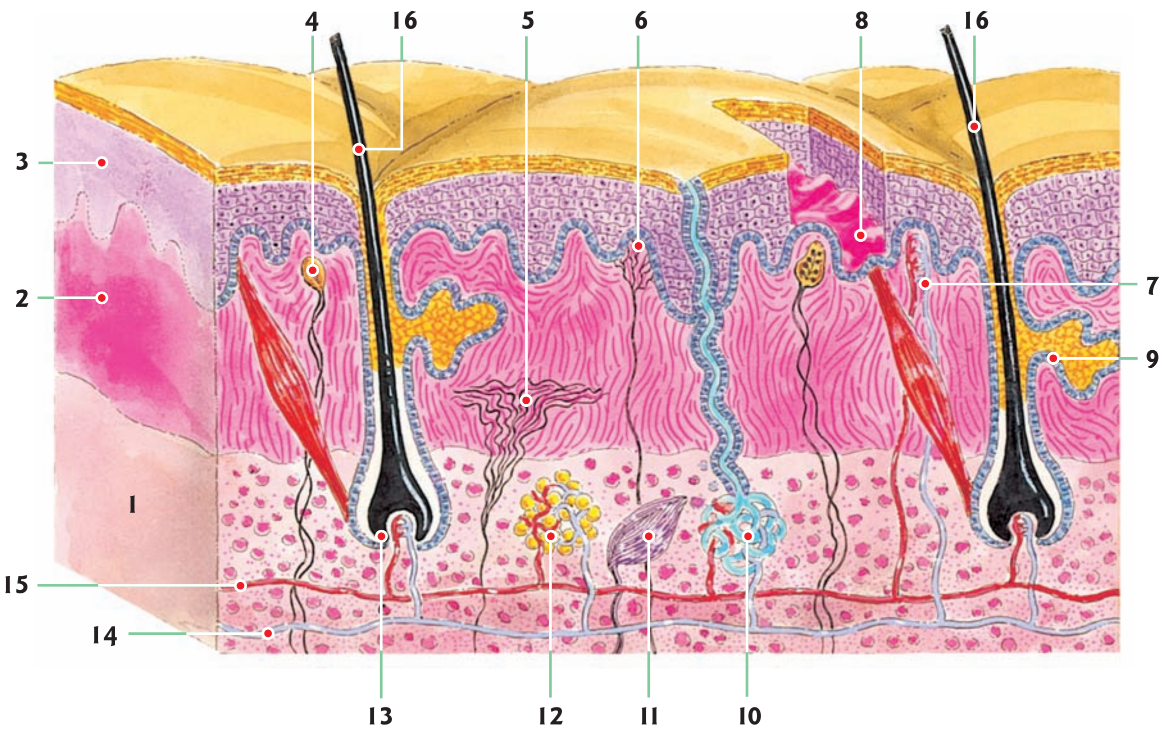
A través de la piel, los seres humanos nos mantenemos informados del mundo que nos rodea. Cada centímetro cuadrado de piel representa unas mil quinientas terminaciones nerviosas especiales: los receptores que perciben distintas sensaciones.
Sin estas percepciones, nos lastimaríamos a cada rato, ya que no retiraríamos rápidamente la mano de una punta filosa o de una fuente de calor, entre otras situaciones.
Gracias al tacto, además, podemos conocer los objetos de la realidad externa, fundamentalmente cuando somos pequeños.

Los receptores nerviosos y la vía sensitiva

Los receptores nerviosos se ubican en la dermis o por debajo de ella; la terminación es funcionalmente el comienzo de las fibras nerviosas que llegan a la piel y se ramifican abundantemente en ella.
Los estímulos recibidos por estos receptores son conducidos por las raíces sensitivas de los **nervios raquídeos** y luego por los fascículos del cordón posterior de la **médula**.
Los impulsos constituyen la vía sensitiva y ascienden hasta el bulbo donde se entrecruzan y siguen su ascenso para, luego de pasar por los tálamos ópticos, llegar a las áreas sensitivas posrolándicas de la corteza cerebral.



La melanina es la que da el color a la piel. Cuando nos exponemos al sol, las células producen melanina extra para protegernos de los rayos ultravioletas, y la piel se oscurece.



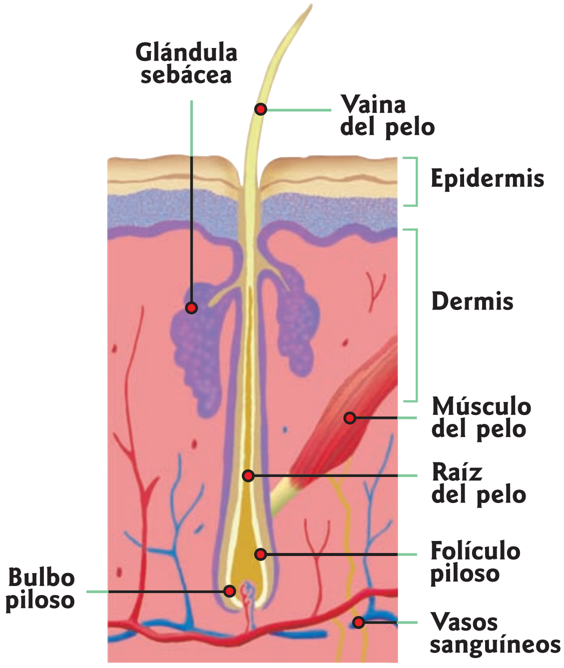
1. **Hipodermis**
2. **Dermis**
3. **Epidermis**
4. **Receptor del frío**
5. **Terminaciones nerviosas profundas**
6. **Terminaciones nerviosas sensibles al dolor**
7. **Vaso sanguíneo**
8. **Papilas**
9. **Capa de Malpighi**
10. **Glándula sudorípara**
11. **Receptor del tacto**
12. **Glóbulo adiposo**
13. **Raíz de pelo**
14. **Vena**
15. **Arteria**
16. **Pelo**

Ver *nervios raquídeos* en pág. 125

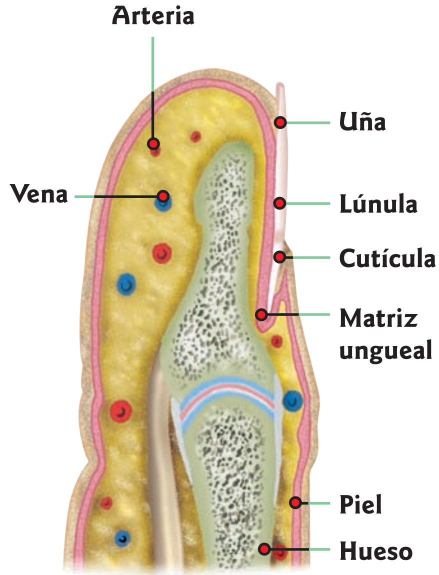
Ver *médula* en pág. 123

*Las papilas nerviosas le permiten al hombre captar los cambios que se producen en el medio donde vive, tales como variaciones de temperatura, roces mecánicos, presiones, golpes, etc. Están relacionadas con el sentido del tacto, porque en ellas se encuentran los **corpúsculos receptores** o las **terminaciones libres**.*

CORTE DE LA PIEL



CORTE TRANSVERSAL DEL DEDO



Anexos de la piel

En la dermis se encuentran los **anexos de la piel** y las **papilas dérmicas**.
Son **anexos de la piel** las **glándulas sudoríparas**, las **glándulas sebáceas**, las **uñas** y los **pelos**.

• **Glándulas sudoríparas:** estas glándulas de secreción externa o exocrinas, distribuidas por casi todo el organismo, regulan la temperatura corporal, la concentración del agua y de las sales, y eliminan sustancias tóxicas.

• **Glándulas sebáceas:** también son glándulas exocrinas, cuyo producto de secreción es una sustancia grasosa llamada **sebo**, que lubrica los pelos y la superficie de la piel, otorgándoles flexibilidad. Son glándulas arracimadas, que comúnmente desembocan en un folículo piloso.

• **Pelos:** son filamentos córneos y delgados, de origen epidérmico y de crecimiento continuo, que se forman en el interior de depresiones epidérmicas profundas excavadas en la dermis y llamadas **folículos pilosos**.

RECEPTORES NERVIOSOS

CORPÚSCULOS DE PACCINI

Son receptores de la presión ubicados en la dermis, en los tendones de los músculos y en las articulaciones. Su estimulación excesiva genera sensaciones dolorosas. Tienen forma ovoide y están constituidos por varias capas concéntricas de tejido conjuntivo, que envuelven una fibra nerviosa contenida en su interior.

CORPÚSCULOS DE RUFFINI

Se encuentran fundamentalmente en las palmas de las manos y los dedos de los pies. Son receptores térmicos sensibles al calor, de forma cilíndrica, formados por tejido conjuntivo, dentro del cual se halla muy ramificada la fibra nerviosa.

CORPÚSCULOS DE MEISSNER

Son receptores táctiles, constituidos por tejido conjuntivo. Tienen forma ovoidal. La fibra nerviosa los rodea en forma de espiral y se ramifica. Sus ramificaciones terminan en forma de discos.

CORPÚSCULOS DE KRAUSE

Son receptores térmicos sensibles al frío. Son esféricos, están formados por tejido conjuntivo, y en su interior penetra y se ramifica la fibra nerviosa.

TERMINACIONES NERVIOSAS LIBRES

Finalizan en los folículos pilosos o se asocian a las células de la dermis, terminando en ensanchamientos discoidales llamados discos de Merckel. Son los receptores de las sensaciones dolorosas.



Trastornos de la piel

Nuestra piel merece un cuidado especial, ya que es la capa protectora del cuerpo más expuesta. A veces, es agredida por factores externos, como los rayos del sol, el calor y objetos romos, puntiagudos o filosos. Pero también puede sufrir alteraciones provocadas por diversas enfermedades.

El acné

Se produce por el **bloqueo y la infección de los folículos pilosos**, y se presenta especialmente en los adolescentes, ya que la actividad hormonal aumenta la producción de la grasa natural de la piel (**sebo**), lo que la hace mucho más sensible. El sebo sobrante no encuentra una vía suficiente de salida a través de los poros de las glándulas, por lo que dilata los canículos y se acumula en ellos formando los *comedones*. Éstos se solidifican y adquieren un color negro, por el polvo que se deposita o por procesos químicos superficiales: *puntos negros o espinillas*. También aparecen *pústulas*, que tienen la apariencia de granos inflamados con el centro blanco y son producidas por la acción de bacterias en el sebo almacenado.

Los *quistes o bultos blandos inflamados* que se producen por la cicatrización del tejido alrededor de un área inflamada pueden dejar cicatrices permanentes.

Las personas de cutis graso son más proclives al acné.

Acné rosácea

Afecta la nariz, las mejillas y el mentón. Se caracteriza por manchas rojas, pústulas e hinchazón de los capilares en la zona afectada.

Se manifiesta mediante un enrojecimiento intermitente hasta que se intensifica, tomando una coloración violácea. Luego se produce una dilatación serpiginosa de los vasos sanguíneos, las glándulas sebáceas se atrofian, y la piel se pone más gruesa y se endurece, especialmente en la nariz y las mejillas.

El acné rosácea tiene una evolución muy larga y es de difícil curación.

Puede originarse por una mala alimentación, el abuso del alcohol, una prolongada exposición al aire libre y la intemperie, o al calor artificial.

Dermatitis o eccema

Esta denominación reúne una serie de afecciones de la piel que se manifiestan provocando **prurito**, **inflamación**, **formación de vesículas**, **pústulas** y **costras**. Algunas son provocadas por causas externas, como la ingestión de ciertos fármacos, las quemaduras por radiación o por contacto con sustancias químicas. Otras tienen origen en alteraciones del organismo, como alergias, intoxicaciones, enfermedades endocrinas, un mal funcionamiento de los riñones, el hígado o el aparato digestivo.

- **Dermatitis seborreica**

Se localiza en el cuero cabelludo y en las zonas en que se asientan pliegues cutáneos. Se caracteriza por la aparición de manchas escamosas y rojas no pruriginosas en las zonas donde se concentran las glándulas cebáceas, y es la causa más frecuente de la caspa. Afecta generalmente a personas que tienen una piel excesivamente grasa.

- **Eccema infantil o atópico**

Es común en los **bebés** a partir de los 3 meses de edad o cuando comienzan a ingerir alimentos sólidos, y desaparece alrededor de los 3 años. Se manifiesta como una **reacción alérgica de la piel** que produce una erupción eritemosa, muy pruriginosa y seca en la cara, el cuello, las manos y los pliegues de los miembros. Se considera que este eccema es producido por algunos alimentos, como huevo, leche y trigo; y también por algunos irritantes de la piel, como los pelos de las mascotas, la lana o algunos jabones.

- **Eccema irritante**

Es un tipo de erupción producida por el contacto con sustancias químicas industriales o de uso hogareño. La piel se reseca, se vuelve roja y áspera. La persona siente una picazón intensa.

Ante la aparición de un tipo de dermatitis, se debe consultar al médico. Generalmente, el tratamiento se basa en la desensibilización del factor que la desencadenó. Cuando no se conoce la causa, se indican **antihistamínicos**, **peptonas**, etc.

También se trata localmente la afección con pomadas antihistamínicas y ungüentos bóricos.

Para las dermatitis de origen alérgico, se recomiendan dietas especiales y otras medidas, como eliminar el contacto con las sustancias sospechosas de ser las causantes de la afección.

*Una **dieta alimentaria equilibrada**, desprovista de grasas y azúcares, así como de sustancias irritantes (alcohol, café, chocolate, etc.), es la más adecuada para las personas que tienen acné.*

Muchas personas recurren a la medicina alternativa o natural para curar los trastornos de piel.



Los sentidos del olfato y el gusto

Ambos sentidos nos proporcionan datos sobre el mundo exterior. Por ejemplo, gracias al olfato, podemos apreciar (sin necesidad de verlos) los seres vivos del ambiente, o reconocer sustancias inocuas o perjudiciales para la salud. Por medio del gusto, diferenciamos los alimentos en buen estado de los que no se deben comer. Además, el olfato y el gusto son indispensables a la hora de alimentarnos...

Todas las fragancias están constituidas por la combinación de siete olores primarios: ***alcanforado***, ***almizclado***, ***floral***, ***mentolado***, ***éter***, ***picante***, ***pútrido***.

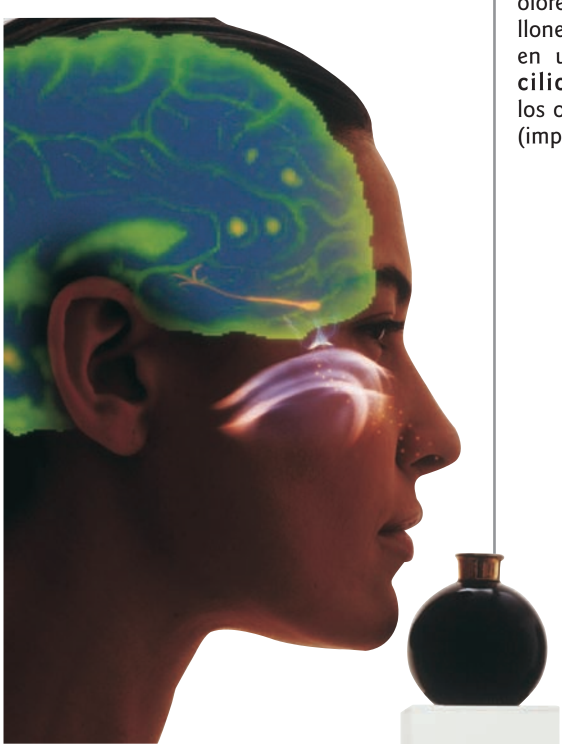
Ubicados en la nariz y en la lengua respectivamente, los sentidos del olfato y del gusto trabajan juntos. Se puede decir que tanto uno como otro son químicos: solamente registran sabores u olores si una partícula sólida se disuelve en la saliva o una gaseosa lo hace en la mucosa nasal.

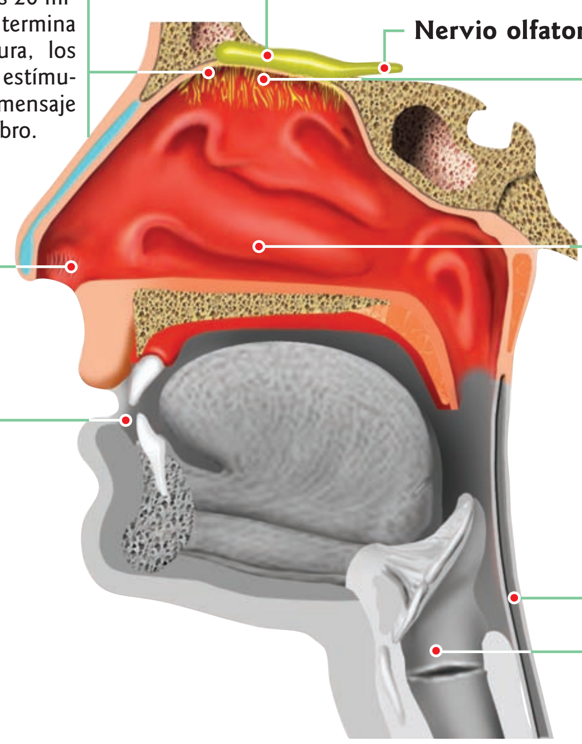
El sentido del olfato

El olfato puede definirse como la **quimiorrecepción de sustancias transportadas por el aire**. Sin embargo, para que sean detectadas, estas sustancias deben primero disolverse en la capa acuosa de moco que reviste el epitelio olfatorio. En los seres humanos, este epitelio ubicado dentro de la nariz es muy pequeño. La superficie que abarca cada pasaje nasal tiene el tamaño de una estampilla, y cada una de estas áreas contiene unos 50 millones de células receptoras.

Aunque nuestro olfato no está tan desarrollado como en algunos animales, podemos discriminar unos 10.000 olores diferentes. Gran parte de lo que denominamos "sabor de las comidas" es en realidad el resultado de sustancias volátiles que llegan a nuestro epitelio olfatorio.

Los **quimiorreceptores del olfato** están ubicados en la zona olfatoria de la **mucosa pituitaria**, que recubre el interior de las fosas nasales. Las **células olfatorias** son neuronas modificadas. En uno de sus extremos presentan de 6 a 12 cilias, que son prolongaciones dendríticas capaces de captar las partículas que se desprenden de las sustancias aromáticas.





El sentido del gusto

El sentido del gusto conduce información principalmente acerca de la naturaleza química de las sustancias alimenticias potenciales. En el hombre, los receptores del gusto son las **papilas gustativas**, agrupaciones de células ciliadas alargadas situadas en las depresiones de la lengua. Determinadas sustancias químicas las estimulan, y se perciben de este modo diferentes sensaciones gustativas.

Una red de fibras nerviosas en estrecho contacto con las células sensoriales recoge los impulsos nerviosos y los conduce a través de los nervios, cuyo trayecto es muy complejo.

Las sensaciones gustativas de la parte anterior de la lengua son transmitidas por el **nervio lingual**, que es la rama sensitiva del **nervio facial**. Las de la parte posterior son conducidas por el **glosofaríngeo**. El área cerebral a la cual llegan los estímulos gustativos para hacerse consciente está poco limitada y se ubica cerca de la **cisura de Silvio**.

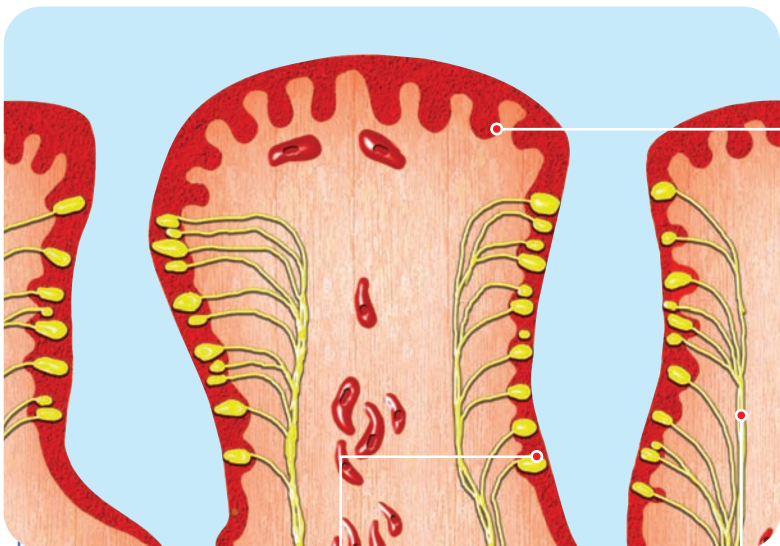
Ver *nervio facial* en págs. 125 y 126

Ver *cisura de Silvio* en pág. 119

LAS PAPILAS

Son pequeñas protuberancias que recubren toda la superficie de la lengua. En su interior se encuentran los botones o corpúsculos gustativos, formados por dos clases de células: las epiteliales, que cumplen una función de sostén, y las sensoriales o gustativas, que son alargadas y terminan en una prolongación semejante a un pelo, que sale por el poro gustativo.

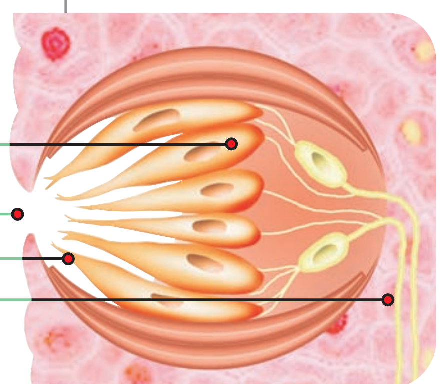
SUPERFICIE DE LA LENGUA



Papilas

Corpúsculos gustativos

Fibras nerviosas

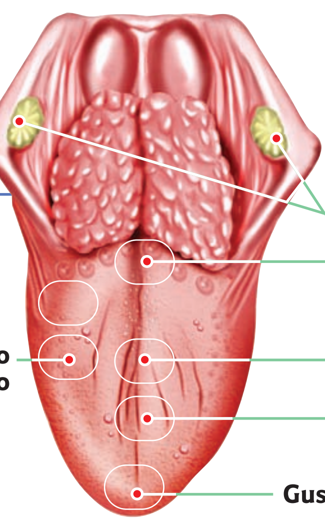


Célula del receptor

Poro gustativo

Pelos gustativos

Fibra nerviosa



Amígdalas

Gusto amargo

Gusto ácido

Gusto ácido

Gusto salado

Gusto dulce

CORPÚSCULOS GUSTATIVOS

Hay aproximadamente unos 10.000 corpúsculos gustativos. Se los agrupa en cuatro categorías, según el sabor que detectan.

Los cuatro gustos primarios son: dulce, ácido, salado y amargo. La estimulación de las papilas situadas en la parte anterior de la lengua produce sensaciones dulces; las de la parte posterior, sensaciones amargas, y las estimulaciones de las papilas situadas a ambos lados de la lengua, las sensaciones saladas y ácidas.

Trastornos del gusto y del olfato

Estos problemas están referidos a la pérdida de la percepción de sabores y olores. Algunos son alteraciones temporarias, provocadas por enfermedades que afectan los nervios transmisores.



Algunas sustancias químicas pueden afectar el sentido del olfato.



Problemas que afectan el gusto

• **Disminución del gusto o hipoageusia**, que puede ser general o selectiva (para algún sabor).
• **Ageusia** o pérdida total del gusto.
• **Parageusia:** es la percepción de sabores distintos de los que debieran percibirse normalmente.

• **Sudor gustativo:** este curioso síndrome consiste en la aparición de sudor acompañado de enrojecimiento en la cara y el cuello, en relación con estimulaciones gustativas. Los alimentos ácidos o picantes y, especialmente, el chocolate constituyen los excitantes principales. Aparece inmediatamente cuando se empieza a comer y desaparece al terminar; puede ser difuso o limitado a una parte de la cara. Los sujetos sanos lo presentan sólo excepcionalmente; en cambio, se pone de manifiesto en la encefalitis y también se lo ha notado como secuela de traumatismo o enfermedades locales que han actuado sobre el nervio facial, y después de la extirpación del ganglio simpático cervical superior. El **sudor gustativo** es conocido también como *síndrome de Lucie Fray*.

Trastornos olfativos

Las alteraciones del sentido del olfato consisten en su pérdida, lo que se denomina **anosmia** en su disminución, **hiposmia** en su exageración e **hiperosmia** en su perversión, que consiste en percibir olores distintos de los reales (**parosmia**) o en la percepción permanente de malos olores (**cacosmia**). La **parosmia** y la **cacosmia** se asocian comúnmente.
La **pérdida del olfato** puede depender de causas nerviosas o bien de causas locales, como *obstrucciones nasales*, *rinitis*, *sinusitis*, lo que se designa con el nombre de **anosmia respiratoria**. Puede también producirse congénitamente, como ocurre en los albinos.
Tiene más importancia, desde el punto de vista neurológico, la **anosmia** unilateral que la bilateral. Esta última se debe a causas psíquicas; frecuentemente es de naturaleza histérica. La **anosmia unilateral**, en cambio, se observa con alguna frecuencia en los tumores de la cara inferior del lóbulo frontal —que comprimen el bulbo y las cintillas olfatorias—; también en tumores de la hipófisis y del tercer ventrículo, en la meningitis de la base (como la tuberculosa), en la lepra, en los traumatismos craneanos que pueden herir el bulbo olfatorio. También en la atrofia tabática de los nervios olfatorios, en la parálisis general y en la hemiplejia histérica puede producirse anosmia unilateral.
La **hiposmia** y la **anosmia** que podrían llamarse **profesionales** son las que afectan a los trabajadores en la fabricación de acumuladores por la acción de *cadmio*. La **parosmia** o perversión del olfato y la **cacosmia** se ven en la *rinitis atrófica*. La **hiperosmia** puede deberse al inicio de una crisis migrañosa, a intoxicación por cocaína o a histeria.
Existen las llamadas **alucinaciones olfatorias** en ciertos enfermos mentales y en la epilepsia. Consisten en la percepción de olores sin que haya estímulos olorosos.



La regulación de las funciones orgánicas

Producción y circulación de mensajeros químicos



¿Cómo saben nuestros huesos que deben crecer? ¿Por qué aumenta o disminuye el nivel de azúcar en la sangre? ¿Cuándo se preparan las glándulas mamarias para producir leche? Todas las funciones que se realizan en nuestro cuerpo (y que son muchísimas, aunque no seamos concientes de ellas) son posibles gracias a la circulación de mensajeros químicos, que corren de un lado al otro indicando faltantes y necesidades, o llevando respuestas para solucionar problemas.

El sistema endocrino

Así como las máquinas necesitan ciertos fluidos para funcionar, nuestro organismo también necesita algunas sustancias que fabrica él mismo para su normal desempeño. Ellas son las hormonas, que son segregadas por las glándulas endocrinas.

Una pequeña cantidad de hormonas provoca los cambios que el organismo necesita.

En los seres humanos, las **hormonas** se originan en glándulas del **sistema endocrino**, que actúa en forma simultánea y coordinada con el sistema nervioso, regulando el funcionamiento de los órganos de un ser vivo.

Las **glándulas endocrinas** no tienen comunicación con el exterior, de modo tal que la porción secretora de la glándula queda aislada y se relaciona con una red de capilares sanguíneos, en los cuales vierte su producto de secreción (hormonas). Es decir, son glándulas sin *ducto*. Las **glándulas exocrinas**, en cambio, segregan sustancias a través de ductos, como las sudoríparas. También hay **glándulas mixtas**, con componentes endocrinos y funciones exocrinas simultáneas. Por ejemplo, el páncreas.

Las **hormonas** son mensajeros químicos, producidos como respuesta a determinados estímulos provenientes del interior o del exterior del organismo. Presentan la particularidad de reconocer las células sobre las que deben actuar (**células blanco**), ya que éstas poseen receptores específicos para cada hormona. Cuando las hormonas llegan a la célula, ésta produce una síntesis y modifica su metabolismo.

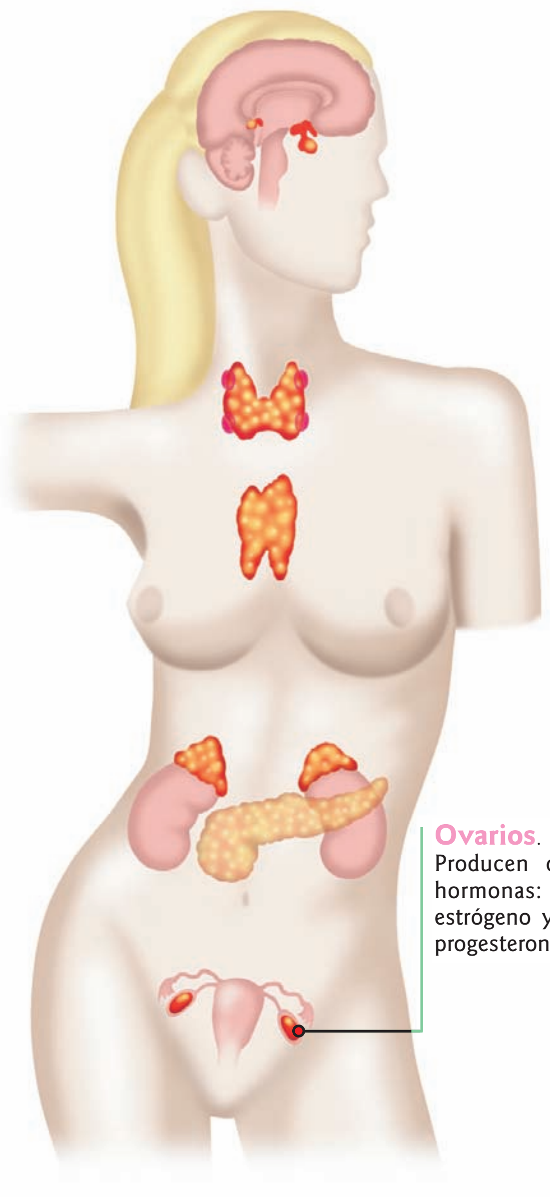
En términos generales, **las hormonas tienen las siguientes características comunes**:

- se producen en una parte del organismo y ejercen su acción en otra parte;
- actúan sobre el metabolismo celular;
- influyen en el comportamiento del ser vivo;
- difieren una de otra desde el punto de vista químico;
- la acción hormonal generalmente es lenta.

La cantidad de hormonas que producen las glándulas endocrinas se mantiene dentro de ciertos límites considerados normales. Sin embargo, por acción de causas diversas, la actividad de las glándulas puede variar. La producción de una cantidad de hormona menor que la normal se denomina hipofunción, y toma diversos nombres según la glándula, traduciéndose en signos y síntomas característicos. Por el contrario, el aumento de secreción de una hormona origina una hiperfunción, que también ocasiona serios problemas en el organismo.

Algunas hormonas tienen un efecto rápido e inmediato en el organismo. Esto le permite responder con eficiencia ante diversos estímulos, como la tensión, el calor, el frío, etc.





Ovarios. Producen dos hormonas: el estrógeno y la progesterona.

Los sistemas de control

El **hipotálamo** controla la producción de hormonas trópicas de la **hipófisis**. A través de estas hormonas, la **hipófisis** actúa sobre las glándulas para que éstas produzcan sus propias hormonas. Pero el aumento de una determinada hormona provoca el proceso contrario, impidiendo una mayor secreción. Este mecanismo se denomina **retroalimentación negativa o inhibición de retroalimentación**. Veamos un ejemplo:

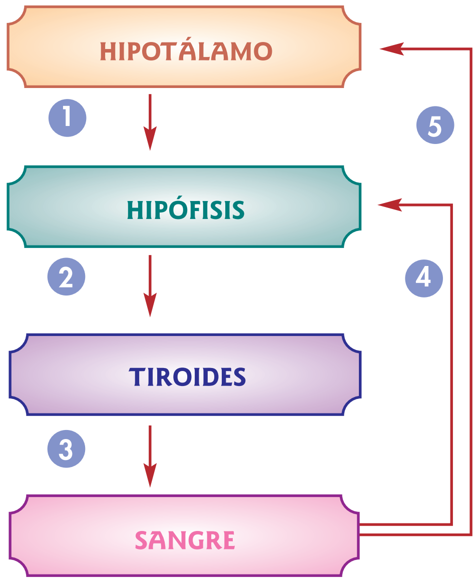
1 El hipotálamo produce el factor liberador de la tirotropina.
Cuando éste llega a la hipófisis, estimula la producción de *tirotropina*.

2 A su vez, esta hormona estimula la secreción de *tiroxina* en la tiroides.

3 La *tiroxina* se vierte en la sangre y es distribuida por todo el organismo.

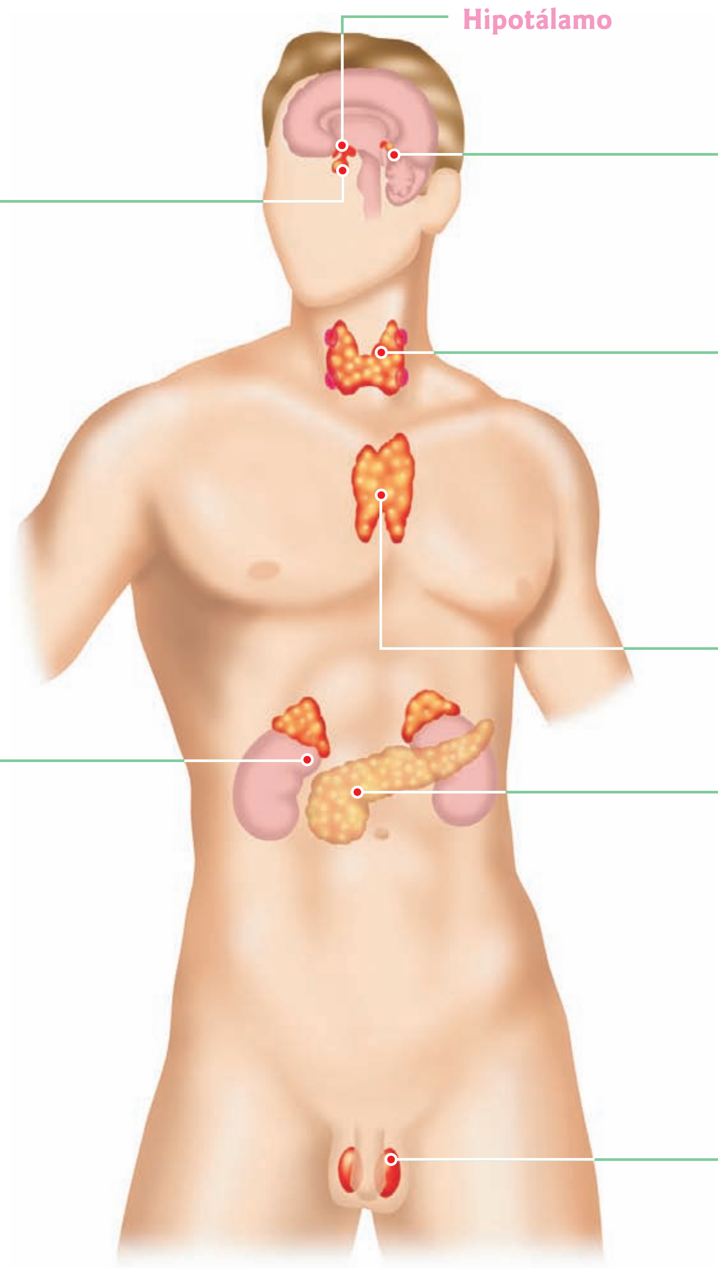
4 El aumento de la concentración de *tiroxina* en la sangre inhibe la secreción de la *tirotropina*, es decir, la hormona estimulante producida por la hipófisis.

5 La *tiroxina* también es llevada por la sangre hasta el hipotálamo, donde ejerce su acción y hace que se reduzca la producción del factor liberador de *tirotropina*.



Ver *hipotálamo* en pág. 119

La tirotropina es una hormona que favorece la actividad de la glándula tiroides.



Hipófisis. También llamada *pituitaria*, está ubicada en la parte inferior del cerebro, justo sobre la oquedad de la base craneana, llamada *silla turca*.
En su conformación se distinguen tres lóbulos diferenciados: anterior, medial y posterior.
Su peso es ínfimo. Tiene el tamaño de un poroto. Pese a esto, su importancia es fundamental en la fisiología del cuerpo humano, dado que sus hormonas regulan el funcionamiento de las otras glándulas del organismo.

Suprarrenales. Situadas en cada riñón, no tienen una relación directa o funcional con ellos. La función específica de las suprarrenales —de forma cuasi triangular— es la segregación de adrenalina y neoadrenalina. Estas sustancias actúan sobre el sistema nervioso vegetativo. También tienen acción sobre las contracciones cardíacas y sobre la presión de la sangre.

Epífisis. También llamada *cuerpo pineal*, está ubicada detrás del cerebro medio, y sus funciones son reducidas.

Tiroides. Está ubicada en la parte anterior del cuello. Es una glándula relativamente grande y pesa aproximadamente 20 gramos. Activa los procesos metabólicos que originan el aumento de oxígeno y la producción de energía, acompañada de calor corporal, entre otros procesos en los que interviene.

Timo. Se encuentra en el tórax, por detrás de la parte superior del esternón. Está relacionada con el crecimiento y el desarrollo.

Páncreas. Es el encargado de producir la insulina, que disminuye la glucemia, y el glucagón que aumenta la glucemia; en síntesis, controla el nivel de azúcar en la sangre. Una producción escasa de insulina produce la *diabetes*.

Testículos. Forman parte del sistema reproductor. Poseen células de Leydig, cuya función es secretar testosterona.

Las glándulas de secreción interna

Son las siguientes: la **hipófisis**, la **epífisis**, la **tiroides**, el **timo** y las **suprarrenales**.

Hipófisis

Regula el funcionamiento de todas las glándulas endocrinas, por eso se la llama *cerebro endocrino*. Llamada también **pituitaria**, se aloja en la silla turca del **esfenoides**. Es un órgano pequeño, de apenas 1 cm.

Está suspendida por medio de un péndulo —el **tallo hipofisario**— mediante el cual se relaciona en forma directa con el **hipotálamo** e indirectamente a través de él con otras partes del cerebro. Comprende dos lóbulos totalmente diferentes: el anterior o **adenohipófisis** y el posterior o **neurohipófisis**. Entre ambos existe otro más pequeño, el lóbulo intermedio, que en los reptiles y anfibios se relaciona con cambios de coloración vinculados con la defensa y la atracción sexual, pero cuya función en el hombre es aún desconocida.

La mayoría de las hormonas producidas en la hipófisis anterior influye en la actividad de otras glándulas endocrinas.
Pero las hormonas del crecimiento afectan todas las células del cuerpo.



Durante la adolescencia se producen grandes cambios, que obedecen a la acción de diversas hormonas, entre ellas, las gonadotropinas, que actúan sobre los órganos sexuales.

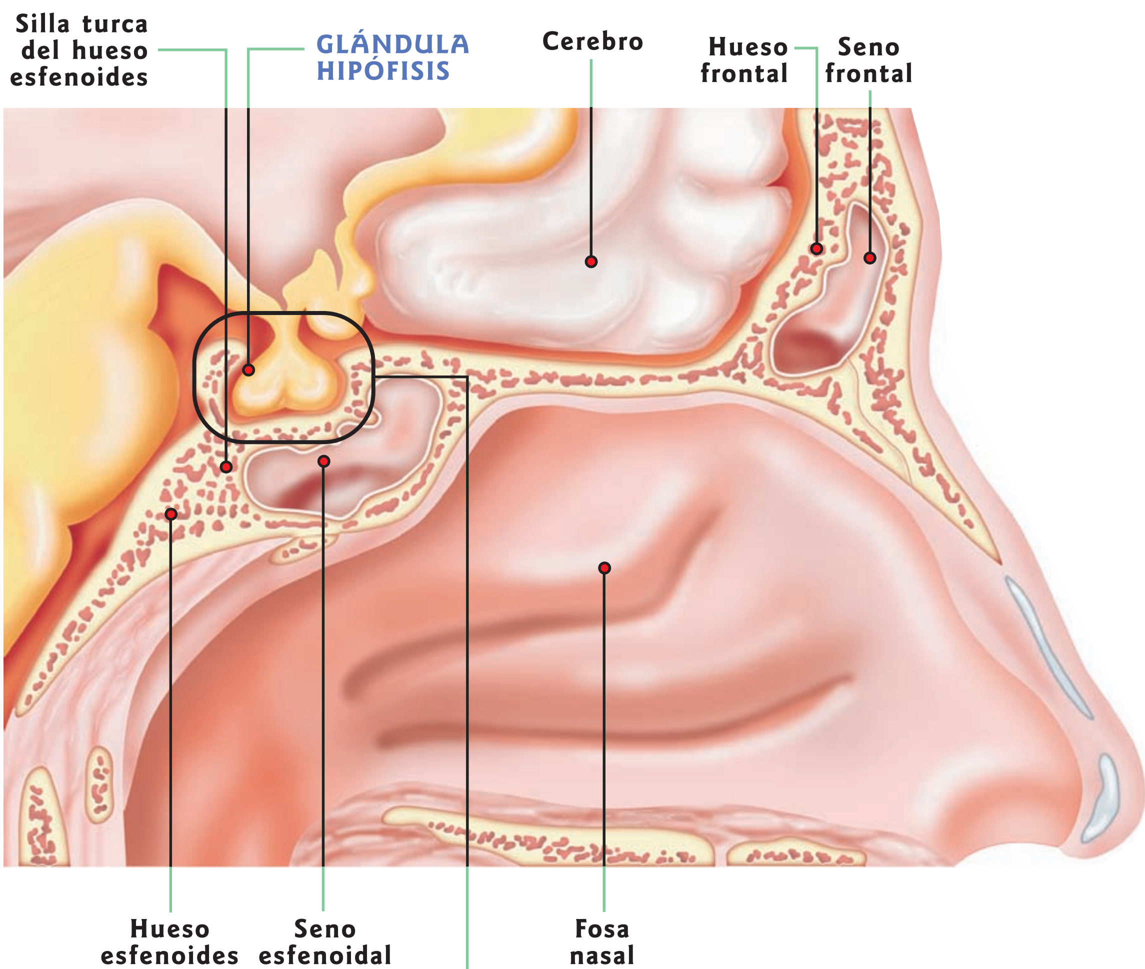
Hormonas almacenadas por la neurohipófisis

Hormona antidiurética: también llamada vasopresina. Su acción consiste en aumentar la reabsorción de agua en los tubos renales del nefrón. De este modo se retiene el agua en el cuerpo. La disminución de esta hormona aumenta la pérdida de agua por la orina, que resulta más diluida. Esta alteración se denomina diabetes insípida.
Oxitocina: su función fundamental es provocar la contracción del útero en el momento del parto y contribuir a que recupere su tamaño normal después del nacimiento. Si su secreción es insuficiente, el parto se retarda y es necesario darla por goteo.
También estimula la expulsión de leche de las mamas. Aunque en el varón se produce junto con la ADH, se ignora cuál es su acción.

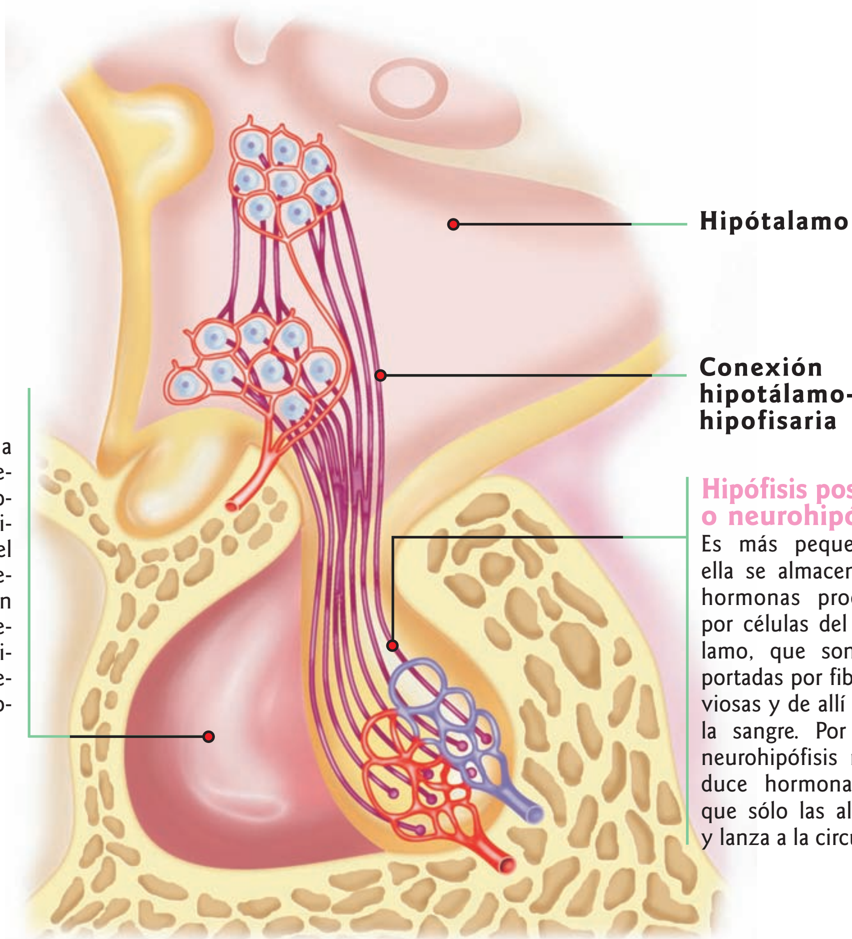
Hormonas secretadas por la adenohipófisis

Hormona del crecimiento o somatotropina: estimula la síntesis de proteínas y, como consecuencia, favorece el crecimiento de tejidos y órganos, en especial huesos, músculos, corazón e hígado. Aunque el crecimiento finaliza en la adolescencia, esta hormona se secreta durante toda la vida, pues es necesaria para la formación de nuevos materiales que reemplacen a las estructuras desgastadas. Además es indispensable por su importante acción sobre el metabolismo.
Tirotropina: estimula las tiroides aumentando el número de células que forman esta glándula y la cantidad de *tiroxina* que produce. Si la cantidad de tirotropina disminuye, la producción de hormona tiroidea se reduce.
Adreno-cortico-tropina: regula la producción de hormonas de la corteza suprarrenal o corticoide. Además cumple importantes funciones, como facilitar la coagulación de la sangre y la formación de *acetilcolina*.
Hormona folículo-estimulante: provoca el desarrollo de los folículos en los ovarios y de los espermatozoides en los testículos. Produce *estrógenos* y *andrógenos*.
Hormona luteinizante: gracias a ella, el *cuerpo amarillo* del ovario segrega *progesterona*, y los testículos, *testosterona*. Esta hormona y la anterior se denominan *gonadotropinas* porque actúan sobre las gónadas u órganos sexuales.
Hormona luteotrópica: estimula la secreción del cuerpo amarillo y actúa especialmente después del parto, estimulando las mamas para que secreten leche; por eso se la denomina *prolactina*.

CORTE SECTORIAL DE LA CARA



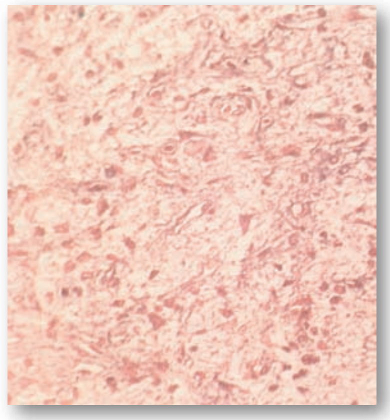
HIPÓFISIS



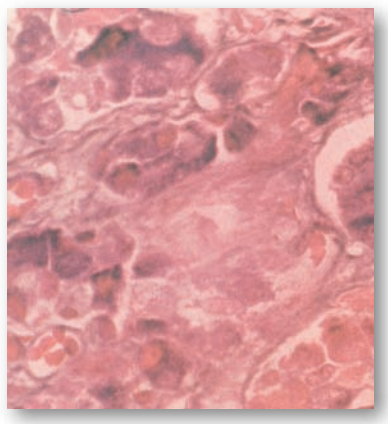
Lóbulo anterior o adenohipófisis. Recibe, a través de la sangre, factores de liberación específicos provenientes de las terminaciones nerviosas del hipotálamo, que generalmente tienen acción estimulante para la liberación de hormonas hipofisarias, aunque a veces actúan también como inhibidores.

Hipófisis posterior o neurohipófisis. Es más pequeña. En ella se almacenan dos hormonas producidas por células del hipotálamo, que son transportadas por fibras nerviosas y de allí pasan a la sangre. Por eso la neurohipófisis no produce hormonas, sino que sólo las almacena y lanza a la circulación.

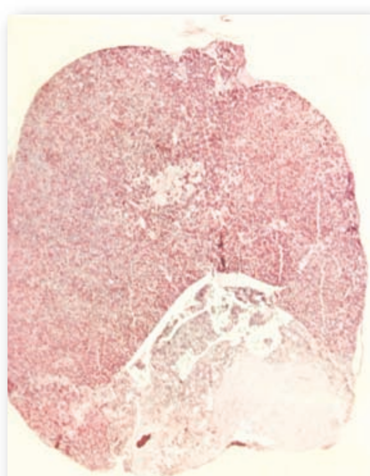
Microfotografía de un corte de hipófisis posterior, donde se observan células de sostén y axones de células neurosecretoras.



Microfotografía de un corte de hipófisis anterior, donde se observan células diversas.



Microfotografía de un corte de la hipófisis.



Hormonas secretadas por las tiroides

La **tiroxina** estimula el metabolismo celular y, en consecuencia, interviene en la producción de calor. También estimula la frecuencia cardíaca, la actividad nerviosa, el crecimiento de los huesos, el desarrollo de las glándulas sexuales, los movimientos de los órganos digestivos, etc.

La **hipofunción** –llamada también **hipotiroidismo**– reduce el metabolismo celular, por lo cual es común que el individuo sienta frío. La persona se cansa fácilmente, tiene somnolencia, disminuyen los latidos cardíacos, y aumenta su peso, porque el cuerpo almacena los alimentos en vez de oxidarlos.

Una deficiencia tiroidea muy grande produce en los adultos el **mixedema**, caracterizado por la hinchazón de la cara y las manos, y una cierta apatía y torpeza intelectual.

Si se trata de niños, origina **cretinismo**, al cual se agregan el enanismo y el retraso mental.

En la hiperfunción o **hipertiroidismo**, el metabolismo es muy activo: el individuo pierde peso y su pulso es rápido, muestra ansiedad, excitabilidad, mucho apetito y una intolerancia al calor. Es característica también una expresión de estupor.

Tiroides

Está formada por dos lóbulos laterales unidos por un istmo, que se ubican en la base del cuello por delante de la laringe y de los primeros anillos traqueales.

Al observar un trozo de tiroides en el microscopio, se comprueba que está constituida por esferas huecas de paredes celulares que extraen *yodo* de la sangre y lo combinan con un aminoácido para formar dos hormonas: la **tiroxina** y la **calcitonina**; esta última, encargada de disminuir la concentración de calcio en la sangre y aumentarlo en los huesos. Ambas se almacenan en el interior de las vesículas, que contienen una sustancia gelatinosa, y posteriormente se vierten en la sangre.

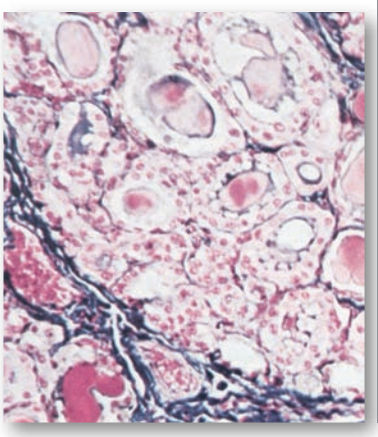
Paratiroides

Estas cuatro pequeñas glándulas, semejantes a granos de trigo, se encuentran ocultas por detrás de las tiroides. Sin embargo, son esenciales para la vida, pues su extirpación ocasiona la muerte en pocos días.



El buen funcionamiento de la tiroides es muy importante durante la infancia, ya que su acción favorece el crecimiento de los huesos.

Microfotografía de la glándula tiroides, donde se observan concavidades en las que se acumulan las hormonas que produce la glándula.



Hormonas secretadas por las paratiroides

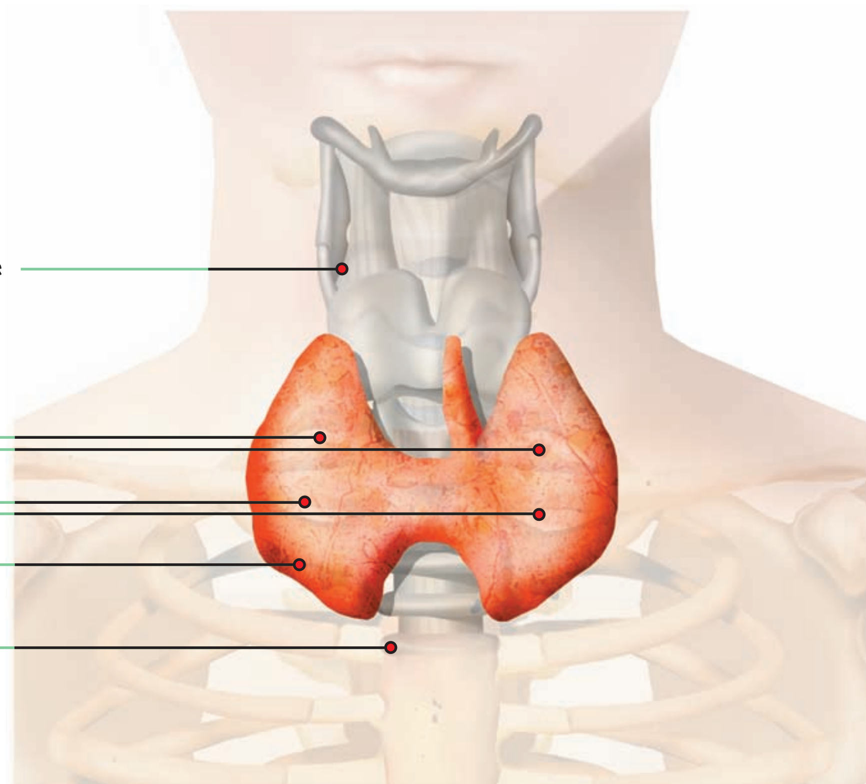
Las paratiroides producen la **parathormona**, que regula la concentración de calcio en la sangre, es decir la *calcemia*.

La **hipofunción paratiroidea** origina una reducción del calcio en la sangre. El enfermo tiene temblores, calambres y convulsiones que llegan a la muerte si no se administra la hormona de inmediato.

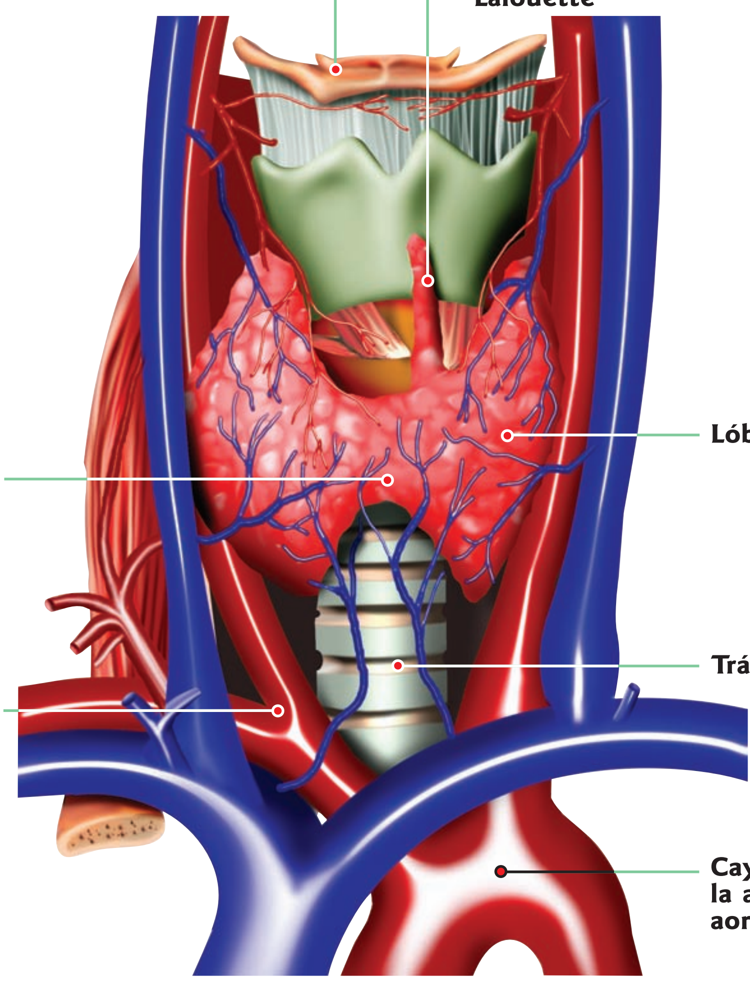
Su **hiperfunción** moviliza hacia la sangre el calcio de los huesos, que por esta causa se descalcifican y se fracturan con facilidad.

El calcio llevado por la sangre puede formar depósitos en el riñón o los pulmones, con gravísimas consecuencias.

UBICACIÓN DE LAS GLÁNDULAS PARATIROIDES Y TIROIDES



TIROIDES: vista frontal



La hormona que secretan las glándulas ***paratiroideas****, la parathormona regula el equilibrio calcio-fósforo a nivel de los huesos, de la sangre y de los riñones. La secreción de esta hormona está regulada por los niveles de calcio en la sangre. Si son bajos, las paratiroides la liberan, lo que promueve la absorción de calcio en el intestino y su remoción del hueso.*

La hipófisis produce la hormona TSH (siglas en inglés), que activa o desconecta la actividad de la tiroides.

Suparrenales

También llamadas adrenales, se encuentran en el polo superior de los riñones. Cada una está formada por otras dos, totalmente independientes: la corteza y la médula. La **corteza** o **cortical suprarrenal**, ubicada por fuera, es absolutamente indispensable para la vida.

Timo

A partir de los 13 ó 14 años, comienza a involucionar; queda totalmente atrofiada alrededor de los 18 años.

Glándulas mixtas

Son las que poseen conductos por los que vierten sustancias a otros órganos o al exterior, y son células especializadas en producir hormonas, que vierten directamente en el torrentes sanguíneo: **páncreas** y **glándulas sexuales**.

Ver *páncreas* en pág. 68

Páncreas

Su función como glándula exocrina ya la vimos anteriormente.

Incluidas entre los acinos glandulares, como si fueran islitas en el mar, se encuentran pequeñas formaciones constituidas por un tejido diferente. Las observó por primera vez un científico alemán, Langerhans, en 1969, y por eso hoy se conocen como islotes de Langerhans. El conjunto de islotes funciona como una glándula de secreción interna. Es decir, se da el caso excepcional de un órgano disperso dentro de otro órgano, con el cual no guarda ninguna relación.

Los islotes están formados por dos clases de células:
- las células alfa, grandes y periféricas, producen la hormona **glucagón**;
- las células beta, muy pequeñas, secretan **insulina**.

Glándulas sexuales

Los **ovarios** producen dos hormonas: el **estrógeno** y la **progesterona**. La primera es la responsable de los caracteres sexuales secundarios, mientras que la segunda está relacionada con la preparación del útero para la anidación, es decir, la implantación del embrión en el útero.

Los **testículos** producen **testosterona**, responsable de los caracteres sexuales secundarios masculinos y del desenvolvimiento normal del aparato reproductor.

Las glándulas sexuales están controladas por dos hormonas hipofisiarias: la **folículo-estimulante** y la **luteinizante**.

Hormonas secretadas por las suprarrenales

Las **suprarrenales** producen más de 30 sustancias diferentes, la mayoría de las cuales son hormonas que, por originarse en la **corteza**, se conocen con el nombre general de **corticoides** y comprenden tres grupos:

- Los **glucocorticoides**, que incluyen la **cortisona**, la **corticosterona** y el **cortisol**, llamado también *hidrocortisona*.

Tienen diversas acciones; una de ellas es elevar la *glucemia*, es decir, la cantidad de *glucosa* presente en la sangre. También producen la disminución de proteínas en los tejidos y un aumento de ácidos grasos en la sangre al movilizar los depósitos de tejido adiposo.

En situaciones de emergencia, hacen llegar *glucosa* al corazón y al cerebro, permitiendo así hacerles frente con éxito.

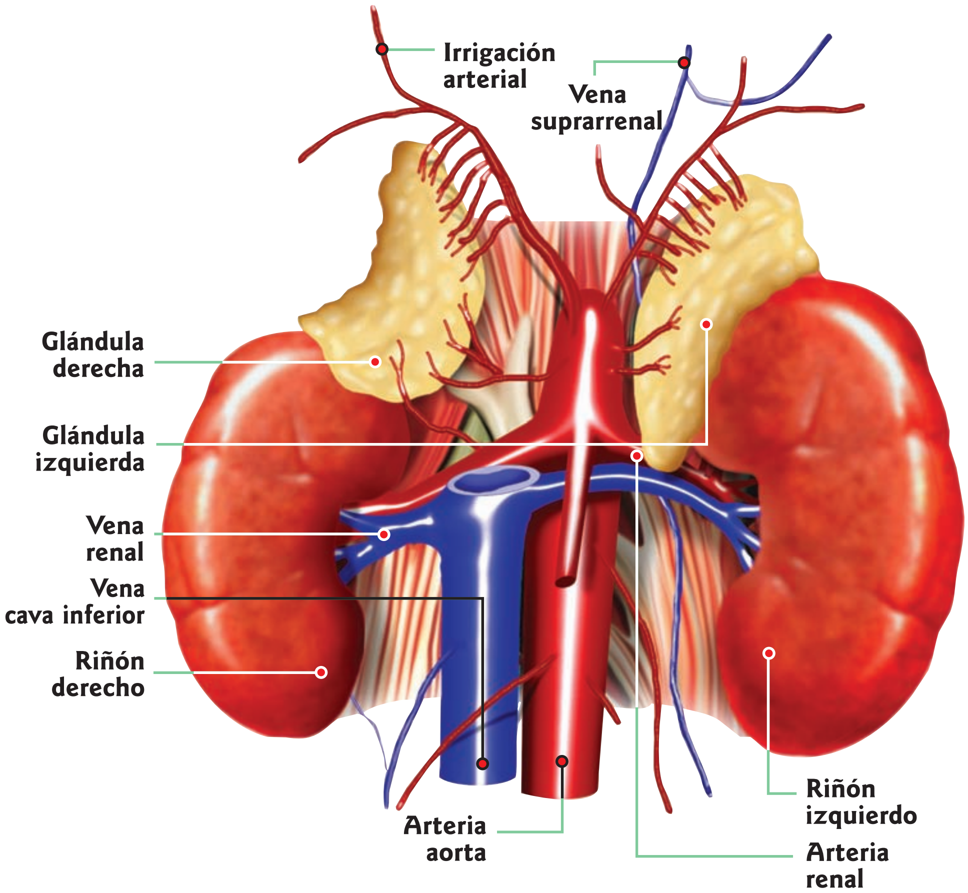
- Los **mineralocorticoides**, entre los que se destaca la **aldosterona**, que regula la cantidad de agua y sales minerales —en especial, sodio y potasio— de la sangre y los tejidos. Su acción se ejerce en todas las células, pero, sobre todo, las del intestino y los riñones.

La **médula suprarrenal** produce dos hormonas, **adrenalina** y **noradrenalina**, que refuerzan la acción del sistema nervioso, elevan la presión sanguínea, aumentan la frecuencia cardíaca, dilatan las pupilas, aumentan la cantidad de glucosa en sangre y cumplen varias otras funciones más.

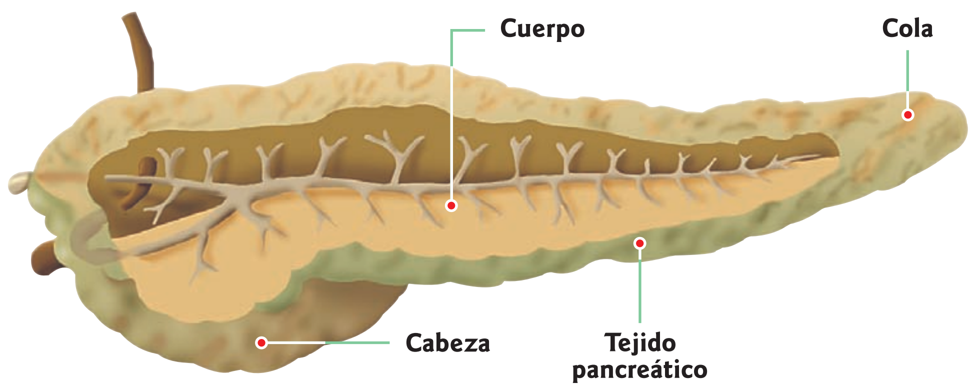
El climaterio es un período de la vida de la mujer en el que los ovarios comienzan a dejar de producir cantidades adecuadas de estrógeno y progesterona. Esto ocurre alrededor de los 45 años.



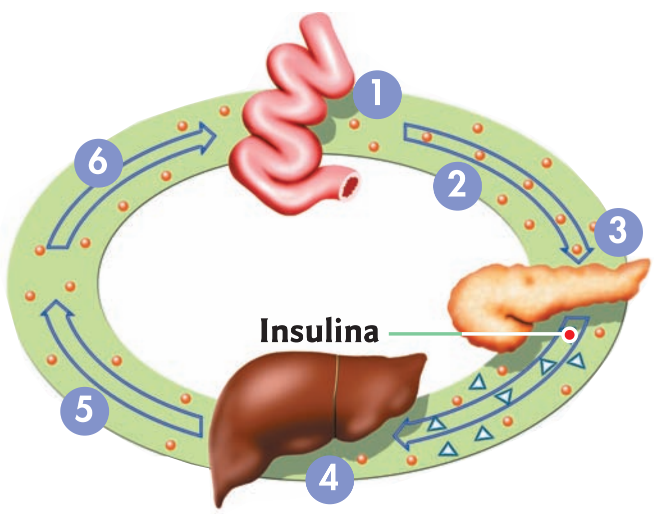
GLÁNDULAS SUPRARRENALES



CORTE DE PÁNCREAS



REGULACIÓN DE LA GLUCOSA POR EL PÁNCREAS



Cuando la secreción de insulina es menor, los valores de glucosa en la sangre son muy superiores a los normales. Como no entra glucosa por la membrana plasmática de la célula, ésta no puede utilizarla para obtener energía. Por eso consume ácidos grasos y aminoácidos destinados a formar tejidos durante el crecimiento o a reparar tejidos dañados; de allí la dificultad para la cicatrización de heridas. Además, debido a la deficiencia nutritiva, la persona siente hambre, y por lo general con exceso, es decir que tiene ***polifagia****. Todas estas causas hacen que el individuo sienta cansancio, se fatigue con facilidad y pierda peso.*

1. El intestino absorbe la glucosa de los alimentos.
2. La glucosa es asimilada en la digestión y pasa al torrente sanguíneo.
3. El páncreas secreta insulina en respuesta al aumento de glucosa en la sangre.
4. La insulina hace que el hígado y otros tejidos capten la glucosa de la sangre para almacenarla o utilizarla como fuente de energía.
5. Se restablecen los niveles de glucosa.
6. Glucosa normal en la sangre.

Trastornos glandulares

Así como un semáforo roto o el mal estado de una vía de circulación provocan accidentes automovilísticos, el mal funcionamiento de las glándulas endocrinas produce una interrupción en la actividad de las hormonas, perjudicando así al organismo.



Para fabricar la tiroxina, la tiroides necesita yodo. Este elemento se encuentra en el agua, el pescado y algunos vegetales. Nuestro organismo requiere entre 8 y 20 microgramos diarios. Las personas que sufren trastornos por déficit de yodo pueden optar por el consumo de sal yodada.

El hipertiroidismo es un trastorno causado por el mal funcionamiento de la tiroides, que produce nerviosismo, palpitaciones, transpiración excesiva y temblor en las manos, entre otras manifestaciones.

Relacionados con la hormona de crecimiento

El **enanismo** es un trastorno del crecimiento originado por una cantidad insuficiente de hormona del crecimiento. Sus consecuencias se hacen visibles desde los primeros años, ya que los niños permanecen pequeños y luego conservan su aspecto infantil.

El aumento de esta hormona en niños y adolescentes lleva a un desarrollo excesivo, en especial de los huesos largos, produciendo **gigantismo**. Si la hipersecreción de la hormona se produce después de la adolescencia, cuando ha finalizado el crecimiento, se produce **acromegalia**. Esta enfermedad se caracteriza porque la talla de la persona no varía, pero se desarrollan en forma anormal algunas partes de su cuerpo, como mentón, pómulos y nariz. También aumentan de tamaño las manos y los pies, y las cuerdas vocales se hacen más gruesas, lo que origina una voz más grave.

Bocio

Consiste en el aumento de volumen de una parte o de toda la tiroides. En ocasiones, el bocio aumenta la producción de **tiroxina**, produciéndose el **bocio exoftálmico**, que se caracteriza por ojos saltones, temblores, inestabilidad emotiva y adelgazamiento.

El **bocio hipotiroideo** se produce por la falta de iodo en los alimentos. Constituye una endemia en regiones con escasez de agua y suelos pobres.



Las personas con diabetes pueden llevar adelante una vida plena si siguen las indicaciones de su especialista.

Diabetes

Se produce por la insuficiencia parcial o total de insulina a raíz de problemas que se presentan en el páncreas. Al no poder penetrar en las células, la glucosa aumenta en la sangre y se produce **hiperglucemia**. Cuando ocurre esto, el riñón no es capaz de retener glucosa y ésta pasa a la orina, originando otro síntoma característico llamado **glucosuria**.

Como la cantidad de agua en la orina está en relación con la proporción de glucosa, aumenta mucho la cantidad de orina y se produce poliuria. Esto trae como consecuencia la deshidratación, el enfermo siente sed exagerada (**polidipsia**) y necesita beber continuamente para compensar el agua que ha perdido.

Trastornos de las suprarrenales

La **secreción insuficiente** de la corteza suprarrenal origina en el hombre la **enfermedad de Addison**, llamada también enfermedad *bronceada*, que se caracteriza por oscurecimiento de la piel, una gran fatiga muscular y nerviosa, alteraciones digestivas y un enflaquecimiento progresivo. Si no es tratada, causa la muerte.

La **hiperfunción de la corteza** origina trastornos diversos, entre ellos la **enfermedad de Cushing**, en la que se produce una anormal distribución de tejido adiposo. Los acúmulos que se forman en el tronco originan una especie de giba, y los del rostro dan lugar a la llamada "cara de luna llena"; con ellos contrastan los miembros, que se mantienen delgados.

Produce también otros trastornos que se localizan en la esfera sexual, especialmente en la mujer, en la que aparecen algunos caracteres masculinos, como pilosidad de la barba, aumento del volumen muscular y masculinización del carácter.

La reproducción humana

Para asegurar la continuidad de la especie



Igual que todas las especies, la humana necesita reproducirse para seguir existiendo. Para ello, cuenta con un sistema diferente en el hombre y en la mujer. Cada uno produce células sexuales que, al unirse, forman un nuevo ser. Éste no es una copia de sus padres, sino que tendrá características propias y crecerá, se desarrollará y cambiará durante toda su vida.

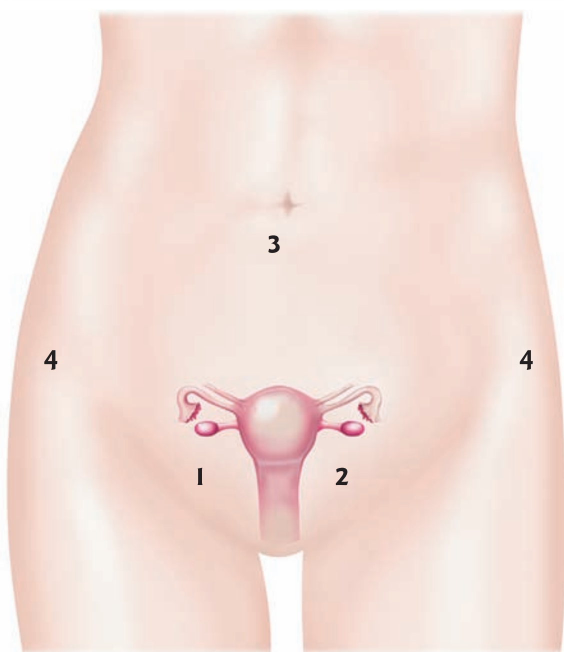
El sistema reproductor femenino

Las mujeres poseen órganos especializados para producir óvulos (células sexuales femeninas) y recibir espermatozoides (células sexuales masculinas) que pueden llegar a fecundar a aquéllas. También están preparadas para que un nuevo ser se forme en su interior. Este sistema se completa con órganos externos, que lo protegen y le proporcionan placer a la mujer durante el ejercicio de su sexualidad.

Para estudiar el sistema reproductor femenino, se lo divide de acuerdo con la ubicación de sus órganos. Éstos son **externos** (que desempeñan una función importante durante el acto sexual y el coito) e **internos** (que se alojan en la pelvis y están relacionados con la fecundación y la gestación).



Durante la infancia, el sistema reproductor de las niñas no funciona. Recién lo hace alrededor de los once años, cuando la hipófisis segrega hormonas que hacen que los ovarios comiencen a fabricar óvulos.



1. **Fosa ilíaca derecha**
2. **Fosa ilíaca izquierda**
3. **Región umbilical**
4. **Cresta íliaca**

SISTEMA REPRODUCTOR FEMENINO

ÓRGANOS EXTERNOS

Labios mayores

Son repliegues de la piel que protegen las otras partes de la vulva.

Labios menores

Son pliegues de color rojizo que recubren la salida de la vagina.

Clítoris

Es una estructura pequeña ubicada en la unión anterior de los labios menores, cuya función es exclusivamente de gozo.

ÓRGANOS INTERNOS

Ovarios

Son dos órganos de forma ovalada, parecida a una almendra, de color grisáceo y aspecto granuloso.

Trompas de Falopio

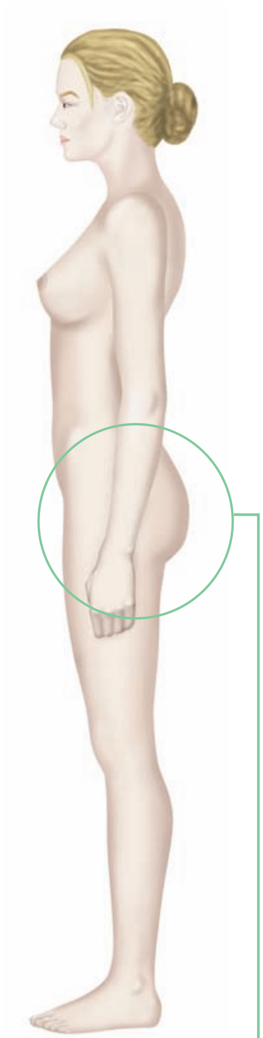
Son dos órganos de forma tubular y alargada, de aproximadamente 12 cm de longitud, que se extienden desde el ovario hasta el útero.

Útero

Es un órgano hueco ubicado entre la vejiga (por delante) y el recto (por detrás). Tiene forma de pera. Sus paredes son gruesas y están formadas por una abundante capa muscular, denominada miometrio.

Vagina

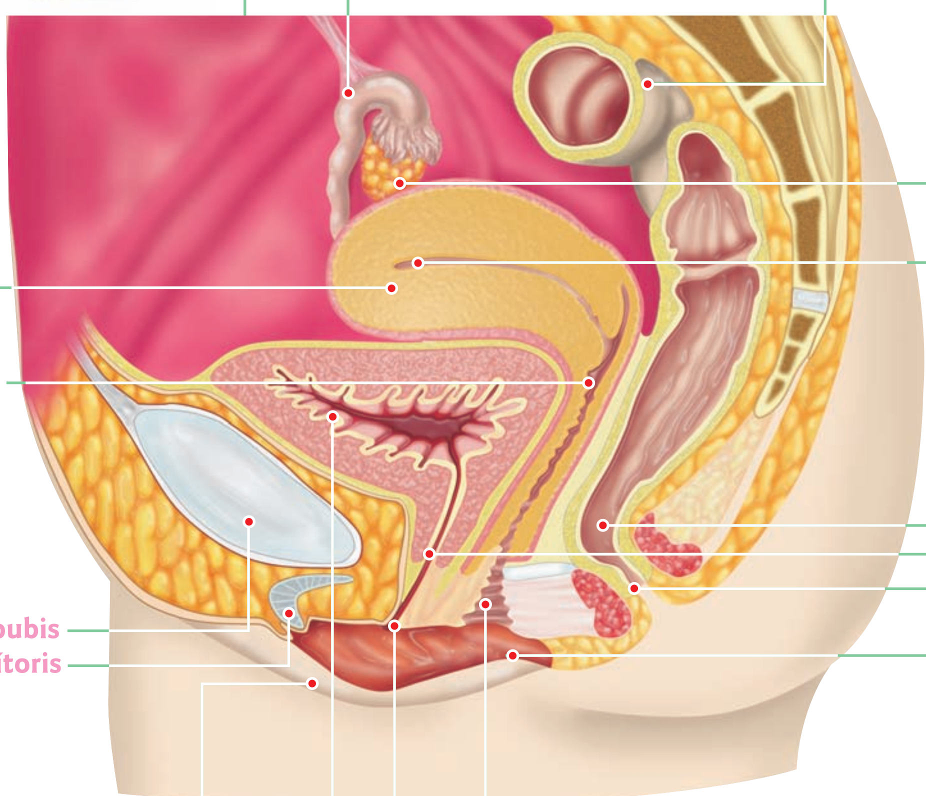
Es un conducto aplanado de unos 20 cm de longitud. Su extremo superior rodea la parte inferior del cuello uterino.





Visión laparoscópica de los ovarios.

Los órganos genitales internos se mantienen sostenidos por medio de estructuras de soporte o ligamentos que los suspenden de la pared abdominal.



Trompas de Falopio. Son dos órganos de forma tubular y alargada, de aproximadamente 12 cm de longitud, que se extienden desde el ovario hasta el útero. Son los encargados de transportar los óvulos de la superficie del ovario a la cavidad uterina.

Ovarios. Son dos órganos de forma ovalada, parecidos a una almendra, de color grisáceo y aspecto granuloso. Están ubicados en la parte inferior y anterior de la cavidad pélvica. Se mantienen en esa posición mediante ligamentos constituidos por fibras musculares lisas.
El ovario de una mujer adulta tiene, término medio, 36 mm de largo; tamaño que disminuye en la *menopausia*.

Útero. Es un órgano hueco ubicado entre la vejiga (por delante) y el recto (por detrás). Tiene forma de pera. Mide aproximadamente de 6 a 8 cm de longitud, 4 cm de ancho y 3 cm de espesor.
Sus paredes son gruesas y contráctiles, destinadas a servir de receptáculo al óvulo después de la fecundación, y están formadas por una abundante capa muscular, denominada miometrio.
Es el órgano de la gestación.

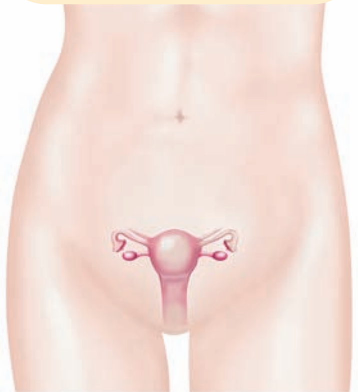
Cuello del útero. Se dilata durante el trabajo de parto para formar el canal de parto, por donde saldrá el bebé.

Labio menor. Ubicado entre el labio mayor. Su función es la de protección.

Formaciones labiales. Son dos repliegues tegumentarios que constituyen las partes laterales de la vulva. Son cuatro, dos de cada lado: los labios mayores y los labios menores.

Vagina. Es un órgano musculomembranoso que comunica al útero con la vulva. Tiene la forma de conducto aplanado, de unos 7 u 8 cm de longitud. En condiciones fisiológicas ordinarias, sus paredes anterior y posterior están directamente aplicadas una contra otra. Su extremo superior rodea la parte inferior del cuello uterino.
Es el órgano femenino de la copulación.

El útero desempeña un papel fundamental en la reproducción: participa en el transporte espermático y en la implantación del huevo, el desarrollo del bebé y durante el parto.



Ovarios

Los **ovarios** o **glándulas sexuales femeninas** son cuerpos destinados a producir las gametas sexuales femeninas u **óvulos** y a producir las **hormonas femeninas** (*estrógenos* y *progesterona*). Observando un corte, el ovario presenta dos zonas bien diferenciadas: una **zona central**, que es la **sustancia medular**, constituida por numerosos vasos sanguíneos, y una **zona periférica o cortical**, que rodea a la primera y contiene, irregularmente diseminados en un estroma conjuntivo, los **folículos de Graaf**, cada uno de los cuales encierra un **óvulo inmaduro**. Además, están cubiertos en toda su extensión por una capa de células epiteliales, cuyo conjunto constituye el **epitelio ovárico** (ver página 162).

Trompas de Falopio

Cada trompa presenta tres porciones que son, de adentro hacia afuera:

- **una porción interna o intersticial**, situada en el propio espesor de la pared del útero, entre el borde lateral y el borde superior;
- **un cuerpo**, que está en relación con las asas intestinales;
- **un pabellón**, que tiene la forma de un ancho embudo.

Su base está profundamente recortada en una serie de lengüetas, llamadas **fimbrias**, importantes en el momento de captar el óvulo.
Dentro de las trompas, el **ovocito** se desplaza por movimientos peristálticos de la pared, formada por músculos lisos, y por el batido de las cilias de las células de la mucosa interna.
El tercio externo de la trompa es el lugar donde ocurre la fecundación, es decir, la unión del óvulo con el espermatozoide.

El útero

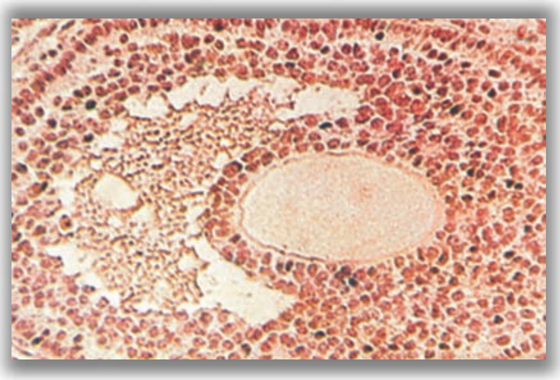
Las distintas **capas tisulares** que lo conforman reflejan su actividad. Posee una **capa interna vascular**, el **endometrio**, que se desprende en parte durante la menstruación y que, durante el embarazo, permite la implantación y la nutrición del embrión. Una **capa muscular gruesa**, el **miometrio**, provoca la expulsión del hijo al nacer (con contracciones máximas en el parto). Provoca también el desprendimiento de parte del endometrio durante la menstruación, así como también facilita la movilidad de los espermatozoides en su trayecto ascendente en busca del *ocito*. Por fuera está protegido por **tejido conectivo expansible**.

La vagina

Las paredes vaginales son muy extensibles y además muy elásticas. La extremidad superior de la vagina es un orificio circular que abraza al cuello uterino y se adhiere a él íntimamente. Gracias a esta adherencia, existe en todo el contorno del **hocico de Tenca**, y entre éste y la vagina, un canal circular que se designa con el nombre de *fondo de saco de la vagina*. En la extremidad inferior, se abre en la vulva un orificio elíptico, entre el meato urinario y el ano.
La **vagina** permite el paso del flujo menstrual y constituye el canal de parto. El revestimiento vaginal es rico en *glucógeno* que, por acción bacteriana, se transforma en ácido láctico, por lo cual su **pH** es **ácido** (entre 4 y 5).

Órganos genitales externos

El conjunto de los órganos sexuales externos de la mujer constituyen la vulva, situada entre las caras internas de los muslos. La vulva, ubicada debajo de la vagina, se compone de las **formaciones labiales**, el **espacio interlabial** y un **órgano eréctil**, el **clítoris**.

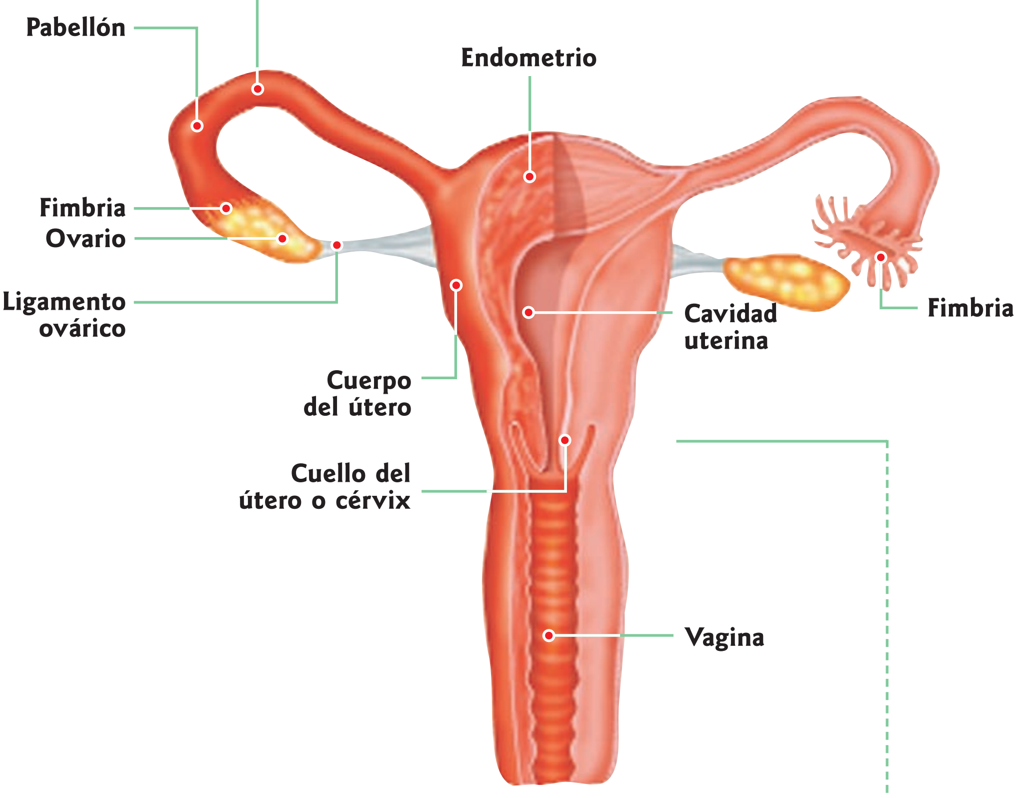


Corte de un ovario donde se observa un folículo en maduración.

Glándulas anexas

- **Glándulas vestibulares o de Bartholin:** se hallan a ambos lados del orificio vaginal y sus secreciones actúan como lubricante de los órganos genitales externos.
- **Glándulas mamarias:** segregan leche y están formadas por tejido conjuntivo adiposo y glandular; este último, organizado en numerosas bolsitas o alvéolos, donde se produce la leche. La secreción de leche es estimulada después del parto por la hormona **prolactina**, mientras que la eyección de leche es estimulada por la hormona **ocitocina**.

SISTEMA REPRODUCTOR FEMENINO: vista anterior



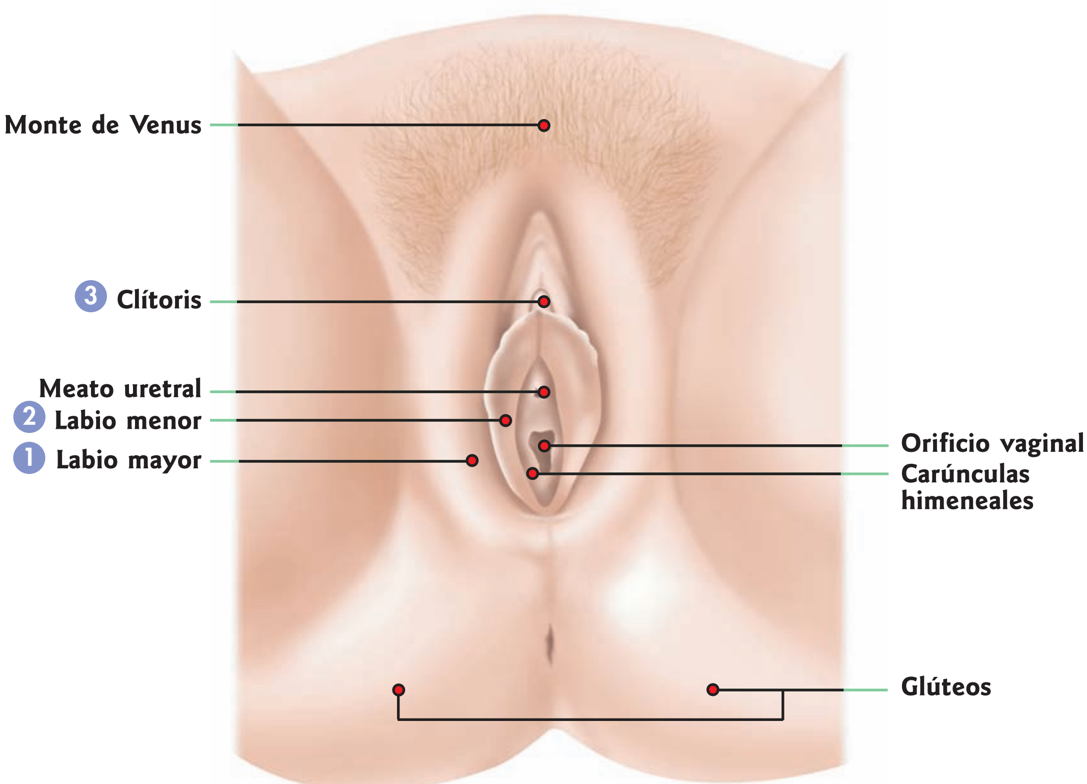
El monte de Venus es una eminencia redondeada y más o menos pronunciada, situada en la parte externa anterior de la vulva, delante de la sínfisis pubiana, de una a otra ingle. Está tapizada, a partir de la pubertad, de pelos largos y rígidos. Se compone fundamentalmente de un revestimiento cutáneo, sobre un voluminoso paquete de tejido celular y adiposo.

El canal del cérvix está revestido de un epitelio prismático con abundantes células que producen moco y un porcentaje menor de células ciliadas. Su función es crear una corriente muco-ciliar, que expulsa células y partículas hacia la vagina.
El moco cervical varía en calidad y cantidad, como respuesta a los cambios hormonales que ocurren durante el ciclo menstrual.



La ecografía es un sistema de ultrasonido que permite crear imágenes valiosas para estudiar los órganos. En esta imagen, obtenida por ese procedimiento, vemos una exploración del útero.

ÓRGANOS GENITALES FEMENINOS EXTERNOS



1 Los **labios mayores** son repliegues cutáneos que miden de 7 a 8 cm de largo y 2 a 3 cm de ancho. Ocupan la parte externa de la vulva. Gruesos, firmes y resistentes en las niñas, se hacen delgados y flácidos en mujeres de edad avanzada.

2 Los **labios menores** son otros repliegues cutáneos, situados dentro de los anteriores, que miden 30 a 35 mm de largo por 10 a 15 mm de ancho. La extremidad anterior se divide en dos hojas: una posterior muy corta, que va a la cara posterior del clítoris y forma con la del otro lado opuesto el *frenillo del clítoris*; y una hoja anterior, más larga, que, reuniéndose delante del clítoris con la del lado opuesto, forma el *capuchón o prepucio*. La extremidad posterior, más delgada, se pierde en la cara interna del labio mayor correspondiente.

3 El **órgano eréctil** es el **clítoris**, centro del **orgasmo**. Se ubica en la parte anterior y superior de la vulva.

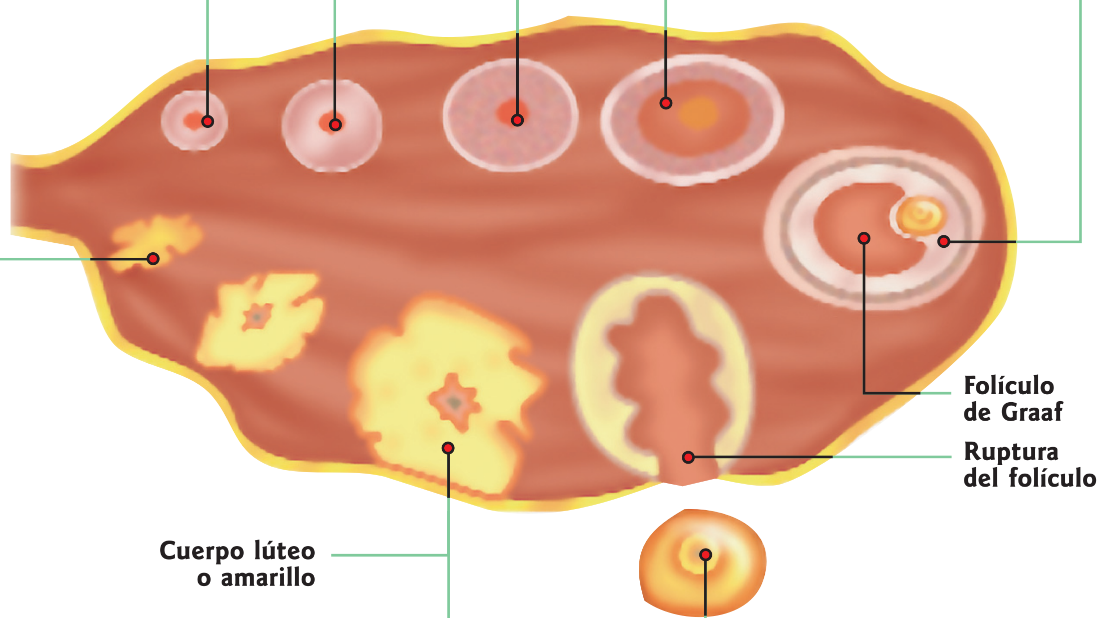
Los dos ciclos

El ***cuerpo amarillo*** *produce dos hormonas:* progesterona *y* estrógeno, *cuya función es aumentar el espesor del endometrio, y luego comienza su* ***fase de secreción*** *(de lípidos y glucógeno). Además, la* progesterona, *al llegar a la hipófisis, inhibe la secreción de la hormona* folículo-estimulante *e impide así que se produzca una nueva ovulación. Si el óvulo es fecundado, el cuerpo amarillo dura 3 meses y se llama cuerpo amarillo de la gestación. De lo contrario, entra en regresión y sólo dura entre 7 y 10 días (día 24).*

5 La regresión del cuerpo amarillo disminuye la cantidad de *progesterona* y *estrógeno* (día 28).
En el **útero** comienza la destrucción del endometrio, ya que no existe óvulo que deba anidarse en él. Se produce también la ruptura de los vasos sanguíneos que lo irritan, y eso causa la hemorragia que caracteriza la **fase menstrual** o menstruación.

2 Al aumentar de tamaño el folículo, llamado ahora **folículo de Graaf**, forma en su interior una gran vacuola que contiene foliculina o *estrógeno*.
Esta hormona estimula el crecimiento del endometrio, que pasa en este momento por la **fase de proliferación,** y lo pone en condiciones para anidar el huevo. Al mismo tiempo, el *estrógeno*, llevado por la sangre hasta la hipófisis, estimula la secreción de la hormona *luteinizante* (HL).

1 Dos hormonas secretadas por la hipófisis anterior —la hormona *folículo-estimulante* (HFE) y la *hormona luteinizante* (HL)— actúan sobre un **folículo ovárico**.
Por acción de esas hormonas, el folículo primario comienza a desarrollarse y se rodea de una masa de células.



4 Después de la ovulación, se cierra rápidamente la abertura, mientras los restos del folículo se retraen y forman el **cuerpo amarillo** o **cuerpo lúteo**.

Después de 3 a 5 días, se reconstituye el endometrio y comienza una nueva fase de proliferación.
Al desaparecer la acción inhibidora de la *progesterona* sobre la hipófisis, ésta comienza a producir pequeñas cantidades de hormonas *folículo-estimulante* (HFE), cuya acción permite el desarrollo de un nuevo folículo en alguno de los dos ovarios. De este modo recomienza el ciclo ovárico y, en consecuencia, se reinicia también el ciclo uterino.

3 El **folículo** continúa creciendo hasta alcanzar su tamaño máximo de 1 cm y forma una saliencia en la superficie del ovario. Entonces, la parte cercana a la pared del ovario estalla: se produce así la **ovulación**, o sea, la salida del óvulo, que es recogido por la trompa de Falopio.

LA FISIOLOGÍA FEMENINA

El cuerpo de la mujer se prepara mes a mes para un posible embarazo, de ahí que hablemos de ciclos.

CICLO OVÁRICO
Maduración del folículo. Este ciclo se repite desde la menarca o primera menstruación hasta la menopausia.

CICLO UTERINO
El útero se prepara para la implantación.

El sistema reproductor masculino

Desde el punto de vista fisiológico, el sistema genital de los varones sirve para el coito, la reproducción y la producción de hormonas. Como comparte algunas estructuras con el sistema excretor, también cumple la función de eliminar la orina.

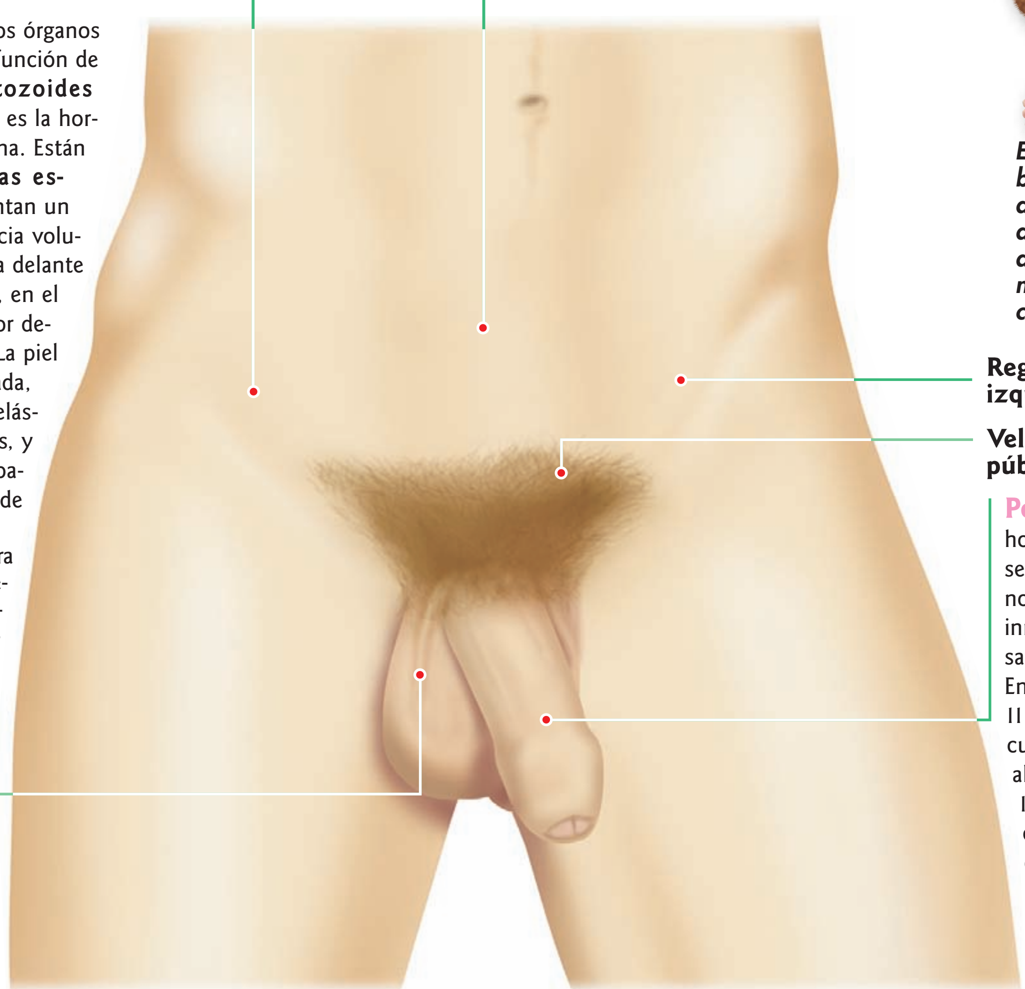
El sistema reproductor masculino presenta las siguientes estructuras:

- las **glándulas sexuales** o **testículos**;
- los **conductos de transporte** (epidídimo y uretra);
- **glándulas anexas exocrinas** (próstata y vesículas seminales);
- **pene**.

Los testículos están primitivamente ubicados en la región lumbar, a la derecha e izquierda de la columna vertebral. Antes del nacimiento, descienden hacia el conducto inguinal, atraviesan la pared abdominal y van a ocupar su sitio en las bolsas escrotales. El testículo izquierdo desciende generalmente algo más abajo que el derecho.



En ocasiones, los testículos no bajan al escroto hasta el primer año de vida. Este trastorno se denomina criptorquidia. Cuando los testículos no bajan, es necesario realizar una operación antes de los dos años.



Testiculos. Son dos órganos que cumplen con la función de formar los **espermatozoides** y la *testosterona*, que es la hormona sexual masculina. Están ubicados en las **bolsas escrotales**, que presentan un aspecto de prominencia voluminosa impar, situada delante de la sínfisis pubiana, en el espacio que queda por delante de los muslos. La piel de las bolsas es delgada, oscura, extensible y elástica, cubierta de pelos, y con glándulas sudoríparas y sebáceas luego de la pubertad.

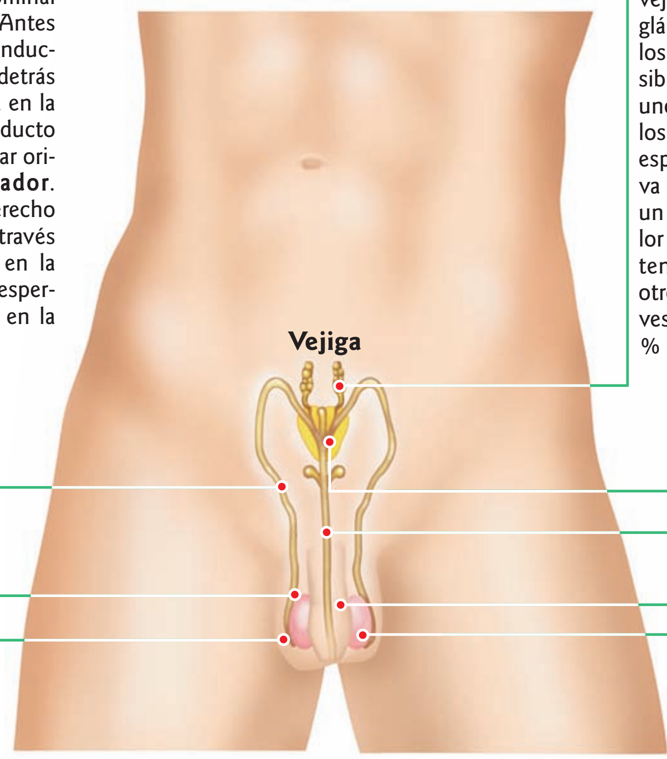
Estas bolsas sirven para mantener una temperatura testicular adecuada para la formación de los espermatozoides. Dicha temperatura debe ser 1 ó 2 grados inferior a la temperatura corporal.

Pene. Es el órgano copulador del hombre, cuya función es llevar el semen al aparato genital femenino durante el coito. Está situado inmediatamente encima de la bolsa, delante de la sínfisis pubiana. En estado de flacidez, mide 10 a 11 cm de largo por 8 a 9 cm de circunferencia. Durante la erección, alcanza aproximadamente 15 a 16 cm de largo por 11 a 12 cm de circunferencia. Externamente está formado por el **glande**, que es el extremo distal del pene, y el **prepucio**, que es un repliegue tegumentario que envuelve y protege al glande.

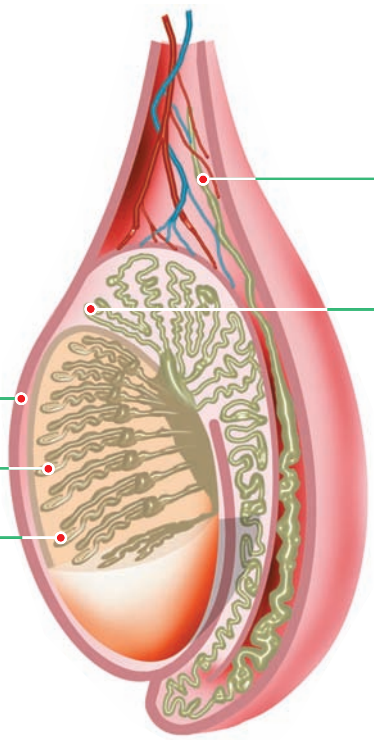
APARATO REPRODUCTOR MASCULINO

Conducto deferente. Nace en el epidídimo, mide 35 a 45 cm de largo y pasa a través del conducto inguinal a la cavidad abdominal para unirse con la **uretra**. Antes de que ocurra esto, cada conducto deferente se hunde por detrás de la vejiga urinaria, penetra en la próstata y se une a un conducto de la vesícula seminal para dar origen al **conducto eyaculador**. Éstos son dos conductos (derecho e izquierdo) cortos, pasan a través de la próstata y se vacían en la uretra, volcando en ella el esperma, formado y almacenado en la vesícula y la próstata.

Vesícula seminal. Son dos, derecha e izquierda, situadas entre la vejiga y el recto. Estas glándulas son receptáculos membranosos extensibles y contráctiles, de unos 6 cm de largo, en los cuales se acumula el esperma a medida que se va elaborando. Segregan un líquido alcalino de color blanco, con alto contenido en fructosa y otros nutrientes. En las vesículas se forma el 60 % del semen.

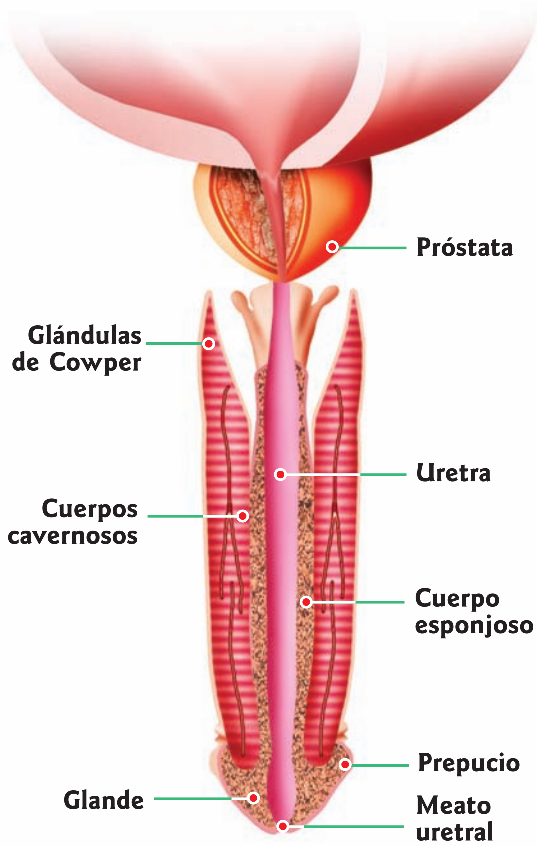


CORTE LONGITUDINAL DEL TESTÍCULO



Anatómicamente, el testículo está constituido por diferentes estructuras.
La **albugínea** es una membrana fibrosa que rodea completamente al testículo y presenta tabiques hacia el interior, dividiéndolos en aproximadamente 200 celdas o lóbulos.
El tejido propio del testículo es una pulpa formada por conductos muy finos: los **tubos seminíferos**, que forman los espermatozoides. Entre ellos, se encuentran las células intersticiales, que forman la hormona sexual masculina o *testosterona* (responsable de los caracteres sexuales secundarios, como la barba, etc.).
Fuera del testículo se encuentran los conductores de los espermatozoides: **conductos eferentes** y **epidídimo**. Los **conductos eferentes** conducen los espermatozoides desde los tubos seminíferos hasta el **epidídimo**.

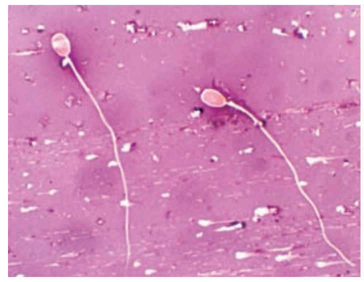
CORTE FRONTAL DEL PENE



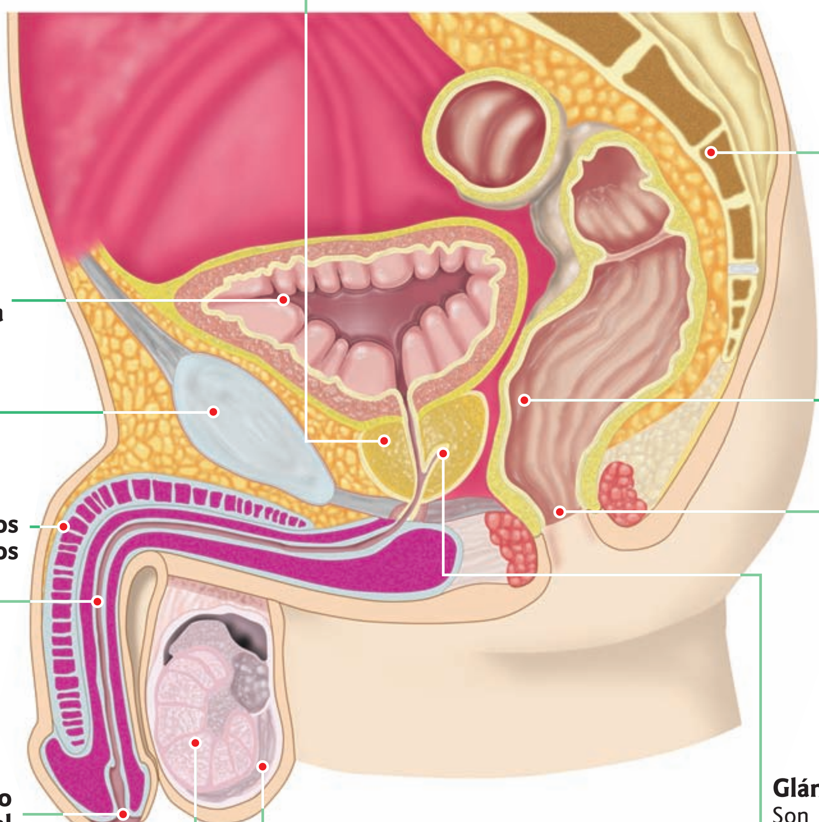
Internamente, rodeando a la uretra, el **pene** presenta formaciones eréctiles: el **cuerpo esponjoso** y los **cuerpos cavernosos**, que son columnas de tejido conectivo esponjoso, recorridas por numerosos vasos sanguíneos. En el estado de reposo, estos vasos permanecen casi vacíos, mientras que frente a un estímulo sexual se llenan de sangre, provocando la erección del pene.

Uretra. Es un largo conducto que se extiende desde el cuello de la vejiga hasta la extremidad libre del pene. Sirve para la evacuación de la orina y del semen. Tiene forma de S y mide aproximadamente 20 cm. Termina en el vértice del glande con un orificio en forma de hendidura vertical: el orificio urogenital.

Próstata. Es una glándula que se desarrolla alrededor de la porción inicial de la uretra, situada en la excavación pélvica, inmediatamente por debajo de la vejiga. Tiene forma de cono, es de color gris, de consistencia dura y de unos 28 cm de largo. Esta glándula crece rápidamente durante la pubertad y se atrofia durante la ancianidad. El líquido que forma esta glándula es alcalino y neutraliza la acidez de la vagina, ya que los espermatozoides no sobreviven en un medio ácido.



Microfotografía de espermatozoides, los cuales se generan en los testículos y se acumulan en la vesícula seminal, resultando indispensables para la fecundación de los óvulos.



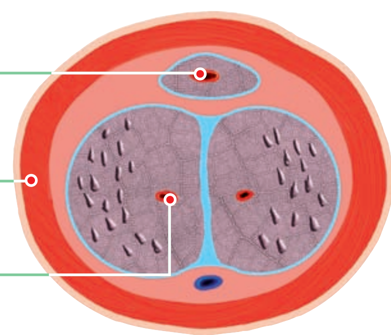
Glándulas de Cowper. Son dos (derecha e izquierda) y segregan un fluido que contribuye a lubricar el pene durante la excitación sexual. También son llamadas glándulas *bulbouretrales*. Tienen forma de pequeñas ramas redondeadas del tamaño de una lenteja. Su conducto excretorio se abre en la parte posterior de la uretra.

Epidídimo. Es un tubo de aproximadamente 7 cm de largo, enrollado, a modo de casquete, sobre el testículo, donde los espermatozoides se almacenan y maduran.

GLÁNDULAS ANEXAS DEL SISTEMA REPRODUCTOR MASCULINO

- PRÓSTATA
- VESÍCULAS SEMINALES
- GLÁNDULAS DE COWPER

CORTE TRANSVERSAL DEL PENE



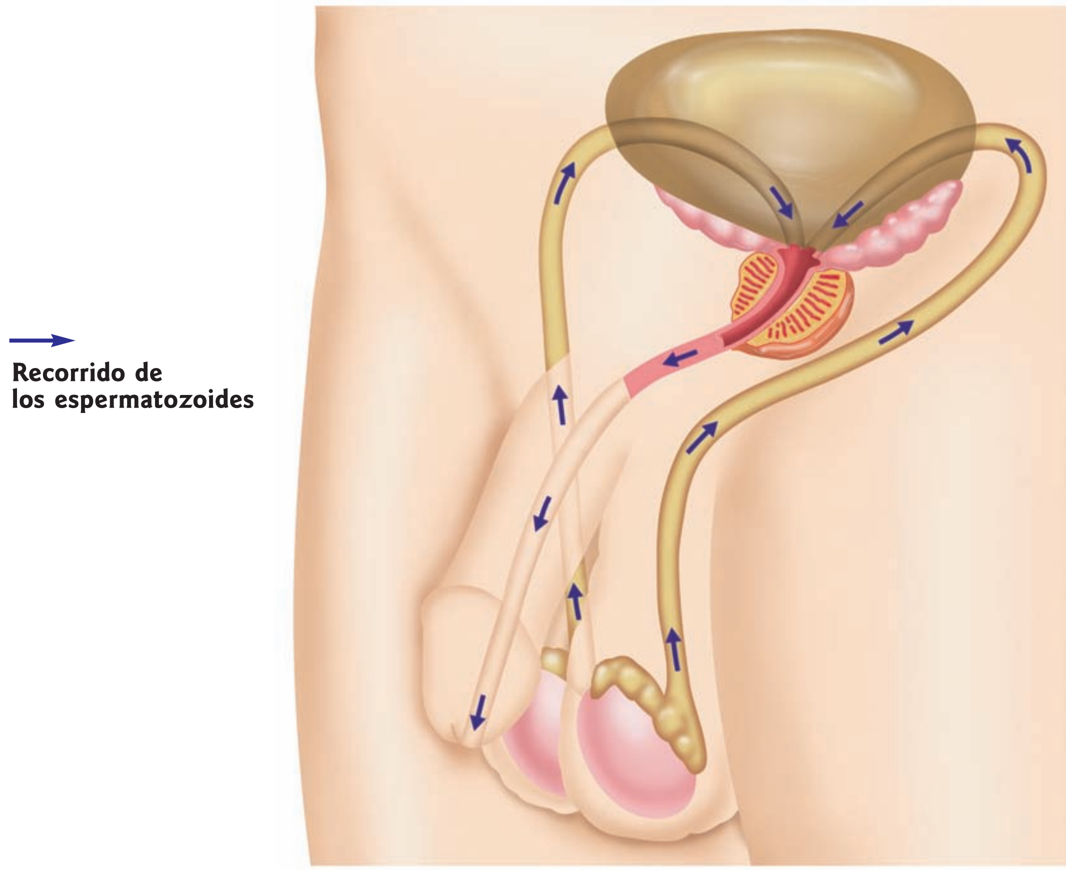
Fisiología reproductiva en el hombre

La **función reproductora** del hombre comienza en la pubertad y continúa toda la vida. Los **espermatozoides** se desarrollan a lo largo de las paredes de los **túbulos seminíferos** testiculares. Cuando maduran, emigran hacia el epidídimo, en donde sufren una nueva maduración.

Durante la **eyaculación**, se elimina el **semen**, formado por millones de **espermatozoides** y por las secreciones de los conductos deferentes, las vesículas seminales, la próstata, las glándulas bulbouretrales e innumerables glándulas secretoras de mucus, que se encuentran a lo largo de la uretra. El **semen** es ligeramente alcalino (pH 7,3 a 7,5), de aspecto lechoso, y tiene una densidad cercana a la del plasma.

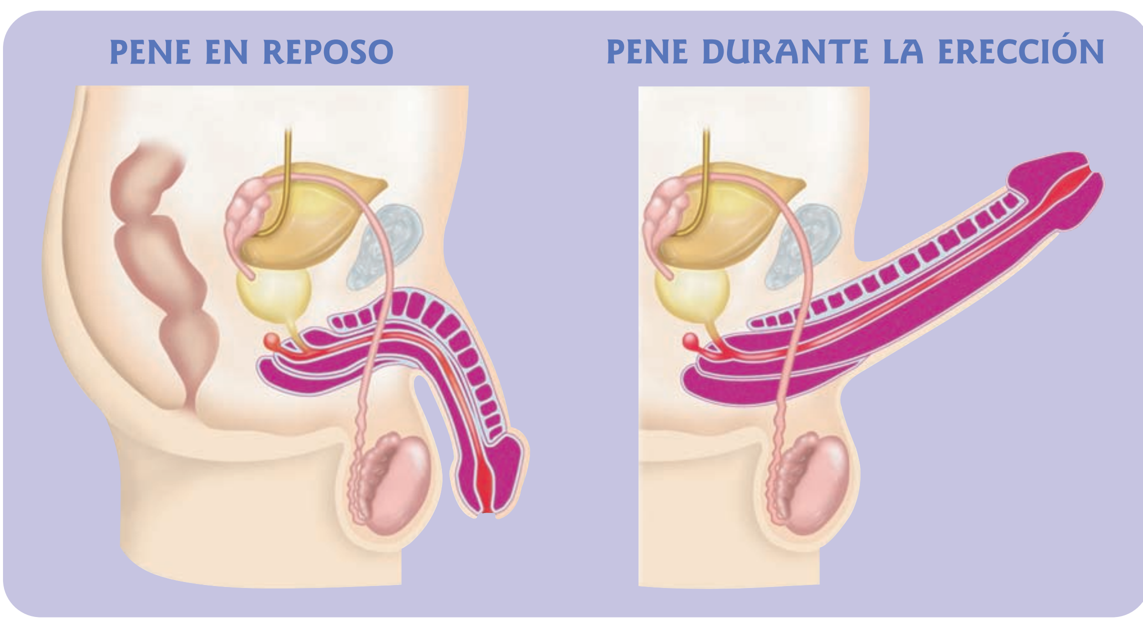
La **erección del pene** permite su introducción en la vagina durante el acto sexual. A su vez, la estimulación del pene provoca la contracción de los músculos del escroto y de los músculos que rodean al epidídimo y al conducto deferente, provocando el pasaje de los espermatozoides hacia la uretra. En su trayecto reciben el aporte de las vesículas seminales, de la próstata y de las glándulas bulbouretrales.

Finalmente el músculo bulbocavernoso voluntario se contrae, produciéndose la eyaculación. El **semen** sale de la uretra con las sensaciones asociadas al **orgasmo**. Su volumen aproximado es de 3 a 6 ml por eyaculación.





Una gran variedad de estímulos provocan la erección del pene: las arterias del pene se dilatan y la musculatura asociada impide el retorno de la sangre venosa; cuando el tejido cavernoso se ingurgita de sangre, se producen el alargamiento y el endurecimiento del pene.



Trastornos del sistema reproductor

Hay diferentes problemas y enfermedades que afectan los órganos reproductivos y las glándulas asociadas a aquéllos. Actualmente, las de origen infeccioso son combatidas con antibióticos. Otras pueden ser tratadas a tiempo si se realizan los estudios correspondientes.

Problemas del sistema reproductor femenino

En la **vagina**, las infecciones más frecuentes son ocasionadas por *tricomonas* y las micóticas (hongos).

En el **útero**, pueden aparecer **tumores benignos** (como el **fibroma**) y **tumores malignos**, que provocan trastornos, como dolor y hemorragias más intensas. En el caso de los fibromas, no siempre se recomienda la intervención quirúrgica.

El **cáncer de útero** actualmente se puede detectar precozmente gracias a los controles ginecológicos regulares.

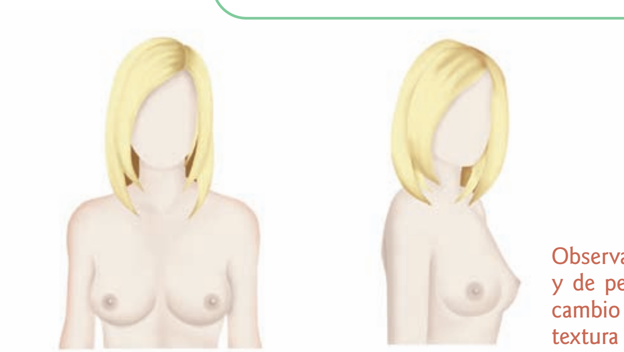
En el **ovario** pueden aparecer **quistes** y **tumores**, que son extraídos por medios quirúrgicos.

Entre los problemas que afectan las mamas, se encuentran el dolor, la hinchazón, cambios de forma o de textura y la aparición de bultos. Algunos son fácilmente solucionables. Los médicos recomiendan a las mujeres realizarse un **autoexamen regular de las mamas** y aprender a reconocer cambios en ellas.

La prueba de Papanicolau (PAP) o frotis de Papanicolau es un método que permite examinar las células del cuello uterino y la vagina. Gracias a ella, se detectan los cambios precancerosos de estas regiones del sistema reproductor femenino.

La colposcopia es el examen del cuello del útero por medio de un aparato con lentes. También detecta cambios y verrugas en el epitelio.

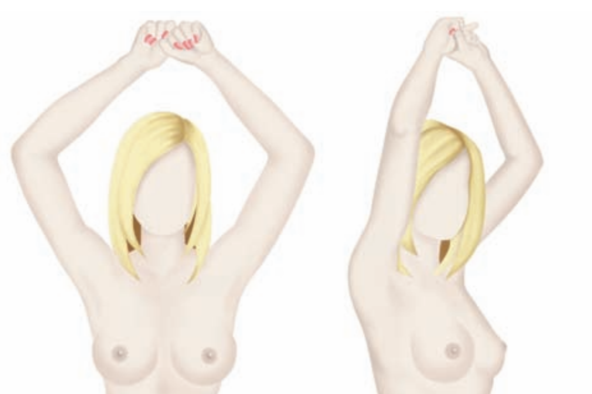
AUTOEXAMEN DE LAS MAMAS



Observar las mamas de frente y de perfil para ver si hay un cambio en su forma o en la textura de la piel.



Apretar el pezón para ver si sale alguna secreción.



Realizar una nueva observación con los brazos levantados.



Tocar la mama con el brazo del lado contrario para percibir la aparición de bultos que no estaban en un examen anterior.



Acostarse con una almohada debajo de uno de los brazos. Éste debe estar levantado. Con el otro brazo, palpar la mama izquierda, empezando por la parte exterior, hacia el pezón.



Palpar también la zona entre la mama y la axila.

Por medio de un autoexamen de mamas se pueden descubrir: secreción en el pezón, cambios en la piel y en el perfil de las mamas, y bultos. Todos estos indicios requieren una consulta médica.

El quiste ovárico es un saco lleno de líquido o material semisólido que se manifiesta sobre o dentro del ovario.
Los quistes son relativamente comunes y, por lo general, desaparecen sin tratamiento.



Los VPH (virus del papiloma humano) o HVP (en inglés) son virus que afectan los óganos sexuales y producen verrugas. En la mujer, es un factor de riesgo de cáncer de cuello uterino.

Enfermedades de transmisión sexual (ETS)

Son las que se transmiten por contacto sexual.

• La **blenorragia** es provocada por la acción de gonococos (bacterias). En el varón, se manifiesta a los pocos días de mantenida la relación sexual, en forma de secreción de aspecto amarillento, espesa, que se elimina junto con la orina. En la mujer se caracteriza por la existencia de una secreción vaginal (flujo) abundante, del mismo aspecto que en los varones. Su cura es abordada con antibióticos.

• La **sífilis** es una de las enfermedades más temidas. Su evolución es crónica y paralelamente congénita. Se origina por la acción de microorganismos que se contagian por vía sexual. El síntoma inicial se presenta en forma de lesión, llamada *chancro*. Se localiza, en el varón, en el glande o prepucio; en la mujer, en los labios menores. El tratamiento para la cura se basa en la acción de la penicilina.

• Dentro de esta clase de enfermedades también se consideran los **herpes**, los **micoplasmas**, las **clamídeas** (infecciones genitales no específicas) y el **sida** (que también se contagia por vías no sexuales, como el uso de jeringas sin esterilizar, o transfusiones).

Actualmente, las enfermedades de transmisión sexual se curan con antibióticos.

Trastornos reproductivos masculinos

• Se considera la **esterilidad** como la incapacidad de concebir, es decir, la imposibilidad material de la conjunción del óvulo y el espermatozoide. La **esterilidad masculina** puede obedecer a distintas causa, por ejemplo:

- varicocele, (dilatación de las venas del testículo);
- infecciones genitales;
- alteraciones congénitas, inmunológicas, alérgicas;
- afecciones psicológicas;
- problemas coitales, por ejemplo, la impotencia.

• La **impotencia** es la incapacidad para obtener una erección que asegure la penetración y que se mantenga lo suficiente para alcanzar una eyaculación en un tiempo adecuado, y que produzca satisfacción a ambos miembros de la pareja.

Existen tres tipos de impotencia.

- **Impotencia erectiva**: cuando el varón no puede conseguir una erección o ésta no es suficiente para asegurar la penetración.
- **Impotencia copulativa**: hay suficiente erección pero la pierde al intentar penetrar en la vagina.
- **Impotencia eyaculativa**: puede que no se produzca la eyaculación dentro de la vagina (no eyeculador), o que se produzca la eyaculación antes de penetrar o inmediatamente después (eyaculador precoz).

Los preservativos son una barrera para las enfermedades de transmisión sexual.



Enfermedades del sistema reproductor masculino

El dolor o el aumento del tamaño de los testículos indican algún trastorno y es importante recurrir al médico para que haga los estudios pertinentes. Por ejemplo, la **varicocele** consiste en una inflamación de las venas que recogen la sangre de los testículos. No reviste riesgo para la salud, aunque produce dolor y percepción de pesadez en el escroto. Su tratamiento puede ser quirúrgico.

La fertilidad masculina

La fertilidad masculina puede estimarse determinando la concentración de espermatozoides en el líquido seminal. La concentración normal promedio se encuentra alrededor de los 120 000 000 por cm^3, pero se considera que de 50 a 100 000 000 por cm^3 constituye un rango de fertilidad aceptable. Los hombres con menos de 20 000 000 de espermatozoides por cm^3 de sangre son incapaces de fertilizar a una mujer, por eso se los considera infértiles.

Además, no tienen que existir más del 25 % de espermatozoides con formas anormales, y más del 60% deben tener gran movilidad.

El nacimiento de un bebé

La gestación de un nuevo ser comienza a ser visible por el crecimiento paulatino del vientre de la mamá. Pero, ya desde antes, el cuerpo materno se convierte en el receptáculo de un increíble proceso de desarrollo celular, que abarca desde la fecundación del óvulo hasta la formación del nuevo ser.

La fecundación

Durante el acto sexual, el **semen** es depositado en la **vagina** y los **espermatozoides** inician el recorrido por el interior de ésta, y atraviesan el **útero** hasta llegar a las **trompas de Falopio**. Sin embargo, de los 200 millones de espermatozoides que contiene el semen (por cm^3), sólo algunos logran alcanzar las trompas. El cuello uterino está provisto de un tapón mucoso, que se reblandece para ceder el paso a los espermatozoides en el momento en que el óvulo es expulsado por el ovario (ovulación). Pero un único espermatozoide es el que logra unirse al óvulo. Esta unión se llama **fecundación**.

A partir de este momento, la membrana del óvulo se cierra, impidiendo el paso de otros espermatozoides. La célula que resulta de esta unión se llama **cigoto**.

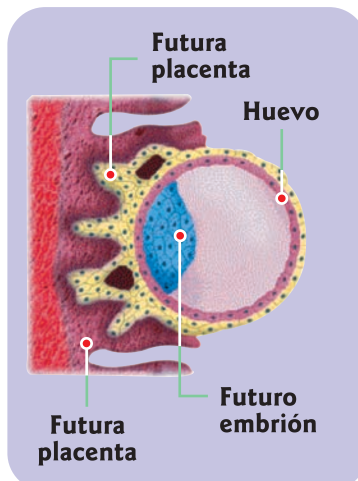
La gestación

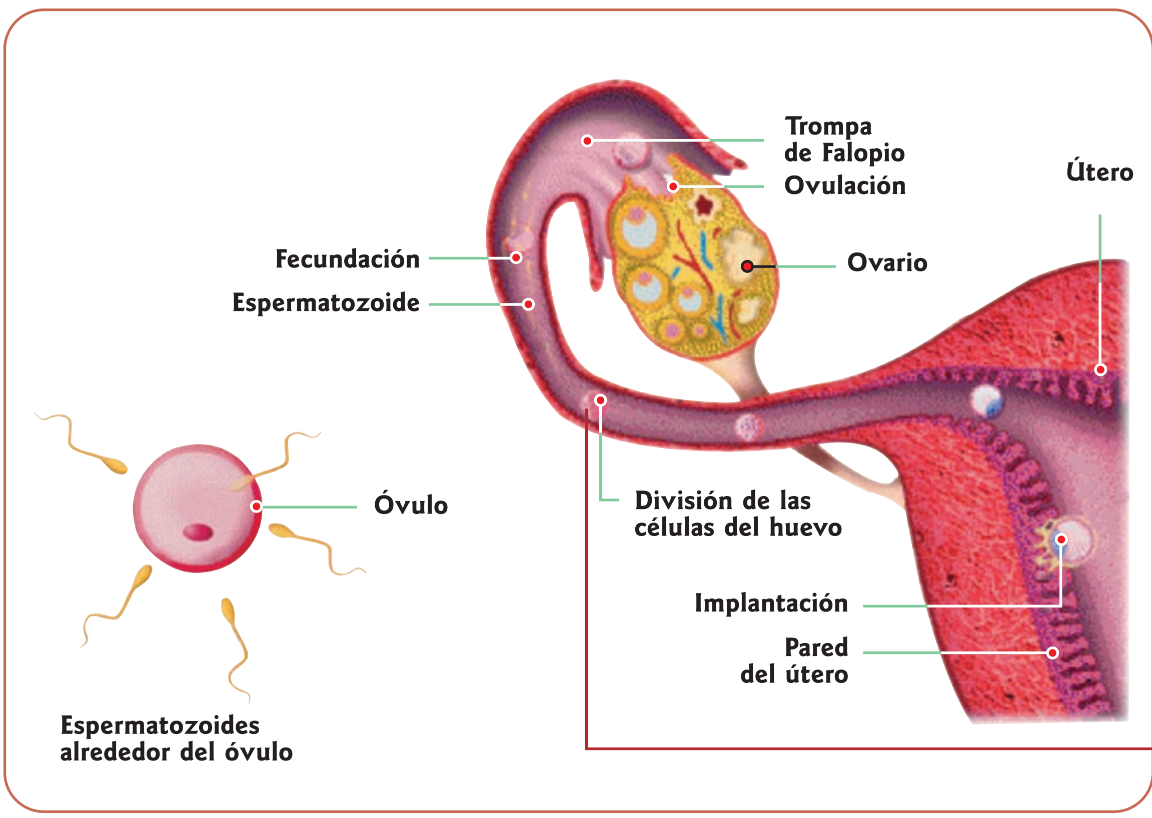
Una vez que se forma el huevo fecundado o cigoto, éste comienza a dividirse en más y más células, pasando por varios estadios, hasta formar el **embrión**.

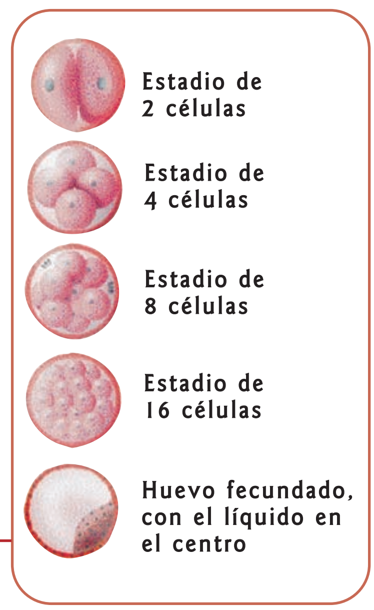
A los 5 ó 6 días, el **embrión** se instala en el útero o matriz (**nidación**), donde se nutre y crece hasta formarse completamente. Este período es la **gestación**.

Con una parte del útero y del embrión se forma y desarrolla la **placenta**, que tiene una gran cantidad de vasos sanguíneos y está unida al embrión por el cordón umbilical. A través de la placenta, el embrión recibe alimentos y oxígeno, y elimina los desechos de la actividad celular.

Desde la octava semana hasta el final del embarazo, el nuevo ser en formación recibe el nombre de **feto**. Al cabo de 38 semanas de gestación, el nacimiento puede producirse en cualquier momento.







La reproducción humana

Se denomina gestación o embarazo al desarrollo del embrión dentro del cuerpo materno. Comprende la etapa que transcurre desde la concepción hasta el nacimiento del nuevo ser. En los seres humanos, el período de gestación dura aproximadamente **266 días**, es decir, **9 meses**. Desde la concepción hasta el parto, la criatura crece rápidamente.

MES 1



El embrión mide alrededor de 5 mm, su forma es cilíndrica, con un región anterior cefálica grande, y con cola y el aspecto de un renacuajo. En la cuarta semana, se aprecia el corazón, el hígado, el sistema nervioso y los ojos. Su corazón late 60 veces por minuto, y aparecen los esbozos de miembros superiores e inferiores a ambos lados del cuerpo.

MES 2



Se producen importantes cambios y su aspecto es netamente humano. Mide 2.5 cm de largo y sus miembros ya han crecido bastante. La cabeza se diferencia perfectamente, pero persiste la cola, aunque comienza a reducirse. Empiezan a osificarse los primeros huesos. Aparecen todos los órganos internos y se va formando la cara. A partir de este momento, el desarrollo del embrión consiste en el aumento de tamaño y en la aparición de detalles menores.

MES 3



El período de crecimiento más enérgico tiene lugar entre este mes y el cuarto. En el tercer mes, el embrión se transforma en feto, mide 7.5 cm de longitud y tiene la cabeza desproporcionadamente más grande que el resto del cuerpo. Se forman las uñas y los ojos (sin párpados). Se diferencian los órganos sexuales externos.

MES 4



Los músculos ya se contraen y la madre comienza a sentir los movimientos del feto, el cual ocupa prácticamente toda la cavidad uterina. Al aumentar de tamaño, empuja la cavidad abdominal hacia adelante. El feto mide de 16 a 21 cm y pesa cerca de 250 g.

MES 5



Mide aproximadamente 25 cm y pesa unos 500 g. Aparece un vello suave sobre su cabeza. El feto se chupa el dedo.

MES 6



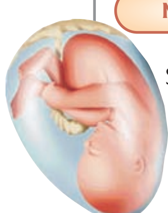
Se forman las cejas y las pestañas, mientras continúa el crecimiento en longitud. En el varón, el escroto está bien formado, pero no contiene los testículos, que sólo descienden en el noveno mes. Los movimientos del feto son más vigorosos y tiene períodos de sueño y de vigilia similares a los del recién nacido. El feto alcanza los 33 cm y 1 000 g de peso.

MES 7



Se abren los párpados y muestra la apariencia de un viejito, por su piel roja y arrugada. Mide alrededor de 40 cm y pesa cerca de 1 300 g. A partir de este mes, la madre le transmite anticuerpos que protegen al recién nacido de los agentes infecciosos durante los primeros seis meses de vida. Los nervios, ya desarrollados, permite que el feto responda a ruidos externos.

MES 8



Se comienza a depositar grasa subcutánea. La piel se hace más suave porque aparece el unto sebáceo, que la cubre. El cuerpo pierde la pelusa llamada *lanugo*. Mide 45 cm de longitud y pesa 2 500 g.

MES 9

El feto mide alrededor de 50 cm y pesa aproximadamente 3 500 g. Las arrugas se suavizan por el depósito de grasa y la piel palidece. El feto está listo para nacer: se ubica, normalmente, con la cabeza hacia abajo, y desciende a la cavidad pélvica, donde presiona sobre la vejiga y hace que aumenten las contracciones uterinas.

El parto

El parto consiste en la **expulsión del feto del cuerpo de la madre**. Los principales síntomas que caracterizan el trabajo de parto son los siguientes.

- **Pérdida del tapón mucoso**: durante el embarazo, el cuello uterino está sellado por una sustancia transparente y viscosa, con el objeto de evitar infecciones. Al comenzar el trabajo de parto, el cuello del útero comienza a dilatarse y así cae el tapón mucoso; por lo tanto sugiere sufrimiento fetal. En este caso, si no ocurre el parto natural, se lo provoca.
- **Ruptura de la bolsa amniótica**: esto ocurre cuando el cuello está totalmente dilatado.
La bolsa que contiene al líquido amniótico se rompe, y al salir por la vagina o canal de parto, la lubrica y la desinfecta.
El color del líquido debe ser transparente, ya que la coloración amarillenta o verdosa indica la presencia de meconio.
- **Contracciones rítmicas**: durante el último trimestre de embarazo, se producen contracciones indoloras sin periodicidad ni regularidad en el tiempo; pero, de a poco, a medida que comienza el trabajo de parto, son más seguidas e intensas.

Durante el PARTO ocurren las siguientes etapas:

DILATACIÓN

Las contracciones, que eran débiles y espaciadas al principio, ahora son seguidas (cada 5 minutos) y prolongadas, para borrar el cuello uterino y formar el canal de parto. En este momento, si es que no ocurrió antes, se rompe la bolsa amniótica.

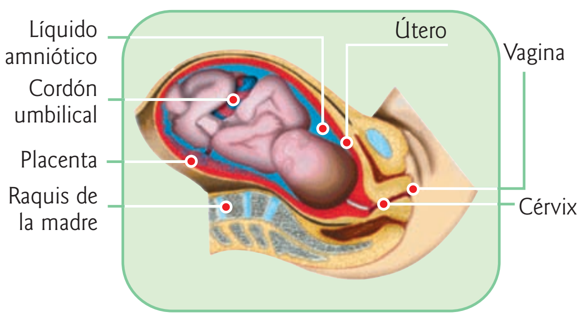
NACIMIENTO

Cuando el canal de parto ya se formó, la cabeza del bebé se hace visible. La mamá acompaña a cada contracción con un pujo para ayudar a nacer a su hijo. Si fuera necesario, para evitar desgarros, se practica la episiotomía, que consiste en una incisión en el perineo vaginal para ensanchar el canal de parto.

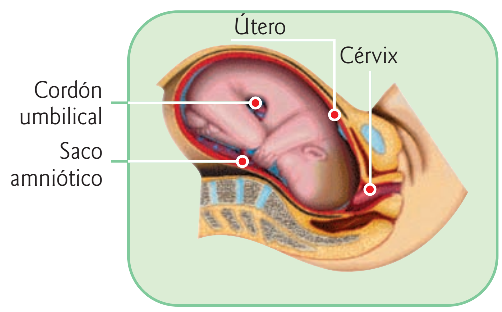
ALUMBRAMIENTO

Consiste en la salida de la placenta gracias a contracciones suaves. Esta fase ocurre luego del nacimiento.

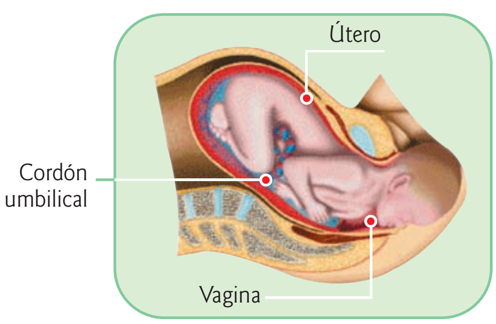
LAS CUATRO ETAPAS DEL PARTO



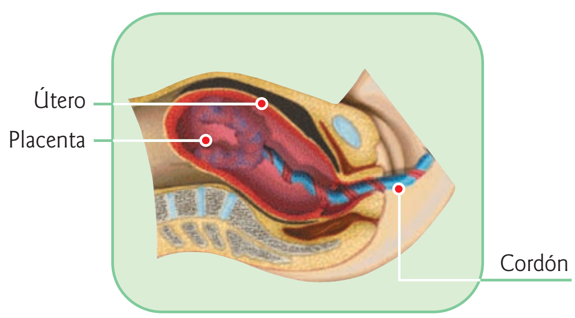
1



2



3



4

1. Después de 9 meses de gestación, el bebé está preparado para nacer.

2. La dilatación del útero contribuye a que el bebé pueda acomodarse para salir al exterior.

3. Las contracciones empujan al bebé fuera del útero, hacia la vagina. Primero se libera la cabeza y luego el resto del cuerpo.

4. Una vez cortado el cordón umbilical, la placenta se separa de las paredes del útero y es expulsada.

Métodos anticonceptivos

Son todos aquellos mecanismos destinados a evitar la unión del óvulo con el espermatozoide, es decir, la fecundación.

Ante la elección de un anticonceptivo, hay que tener en cuenta que la decisión debe ser consultada con el médico, ya que algunos anticonceptivos que son eficaces para algunas parejas, no lo son para otras.

Clases de métodos

Los **métodos anticonceptivos** se clasifican en: **biológicos o naturales**, **químico-hormonales**, **mecánicos o de barrera** y **quirúrgicos**.

Métodos biológicos o naturales

- **Método de los días (Ogino-Knaus)**: este método consiste en calcular el período fértil de la mujer. No presenta ningún efecto colateral pero es un método muy inseguro para las mujeres irregulares, y aun para las que normalmente son regulares pero que, por alguna situación (por ejemplo, estrés), ese mes cambió su período de fertilidad.
- **Método de Billings**: consiste en la observación de los cambios de las secreciones vaginales (flujo) en el momento de la ovulación, que son más abundantes, acuosas y transparentes. No presenta ningún efecto colateral, pero es de baja eficacia.
- **Temperatura basal**: se realiza tomando diariamente la **temperatura rectal o vaginal**, al despertarse, siempre a la misma hora. Cuando se produce la ovulación, la temperatura es superior a 37° C y, luego, desciende. No presenta ningún efecto colateral, pero también su eficacia es muy baja.
- **Coito interruptus**: consiste en retirar el pene de la vagina antes de la eyaculación. Este método no es seguro, porque antes de la eyaculación sale un líquido preyaculatorio que también posee espermatozoides. Además, no es un método elegido por las parejas, porque deben interrumpir la respuesta sexual.

Métodos mecánicos o de barrera

Son el **preservativo o condón** (A), el **diafragma** (B), la **esponja vaginal** (C), **preservativo femenino** (D), el **DIU** (E).

Métodos químicos-hormonales

- **Test de ovulación**: consiste en tiras reactivas que cambian de color ante la presencia de la hormona luteinizante (LH) en la orina. Esta hormona se produce, aproximadamente, entre las 24 y 36 horas previas a la ovulación. De fácil empleo, pero oneroso.
- **Píldora**: compuesta por hormonas —estrógenos y/o progesterona— que inhiben la ovulación. Otras impiden la implantación al modificar la pared uterina. Tiene un alto porcentaje de seguridad (97-98%) y es de fácil empleo. Puede tener efectos colaterales para la mujer, como *tumefacción mamaria, náuseas, retención hídrica, dolores de cabeza, hipertensión vascular,* etc. Está contraindicada en ciertas patologías.
- **Parche**: es el equivalente de la píldora, pero se administra a través de la piel. Estas "pastillas autoadhesivas" se colocan en la parte inferior del abdomen y liberan permanentemente hormonas. El parche se cambia una vez por semana.
- **Inyección masculina**: el hombre se aplica una inyección de hormona de *testosterona* semanalmente, lo que asegura la esterilidad durante el tratamiento. De fácil empleo.

Los métodos quirúrgicos

- **Vasectomía**: impide la liberación del esperma. Es muy difícil recanalizar, por eso habitualmente produce esterilidad irreversible.
- **Ligadura tubárica**: impide la fecundación, es difícil recanalizar; por eso produce, habitualmente, esterilidad irreversible

Características que debe reunir un MÉTODO ANTICONCEPTIVO

TOLERABLE POR EL ORGANISMO
Que no cause efectos colaterales, o provoque los mínimos.

REVERSIBLE
Que cuando la persona deje de usarlo, recupere su fertilidad.

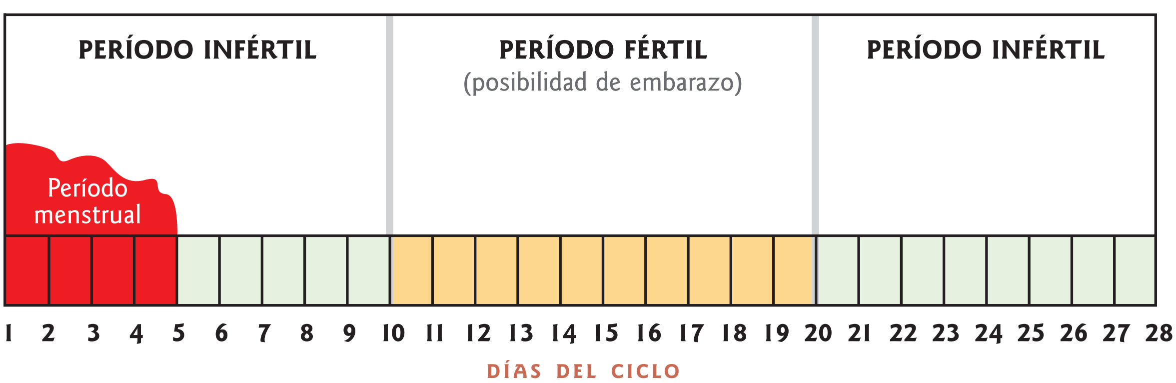
EFICAZ
Que realmente sirva como anticonceptivo.

SEGURO
Que aporte el máximo de seguridad.

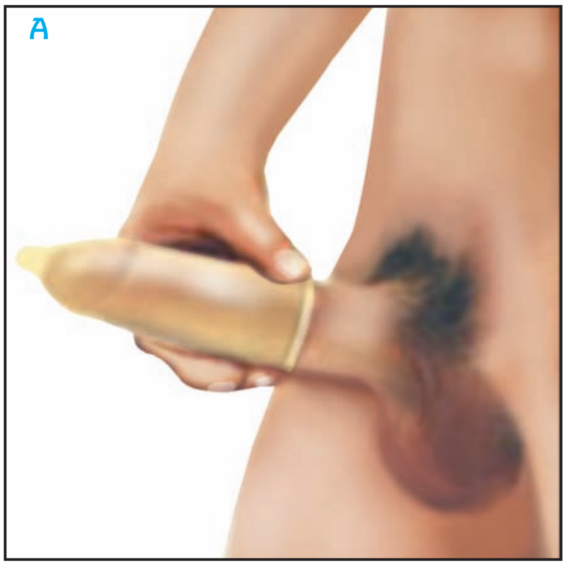
SIMPLE
Que sea fácil de usar.

ACEPTABLE
Que el método elegido sea aceptado por la pareja, sobre todo por quien lo usa.

MÉTODO OGINO-KNAUS

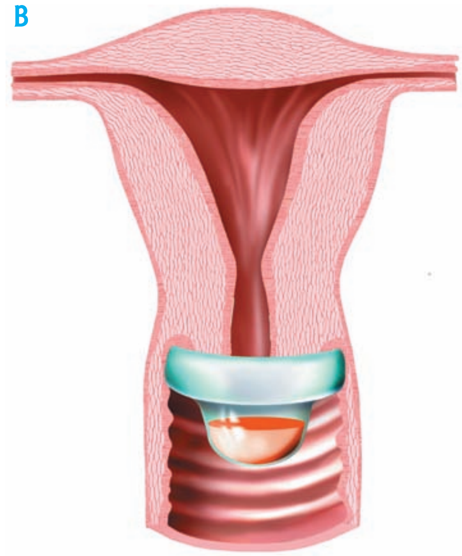


A



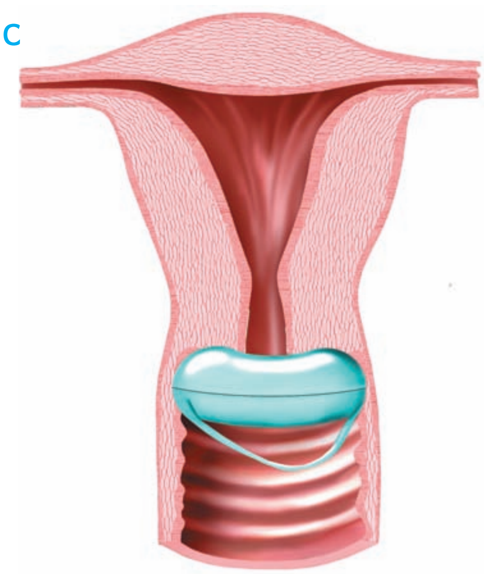
Preservativo o condón. Funda de goma lubricada que no permite el paso del semen, de fácil empleo. No presenta efectos colaterales. Protege contra las ETS. Alto porcentaje de efectividad (80-90%). En algunos casos, puede disminuir la sensibilidad o causar irritación genital.

B



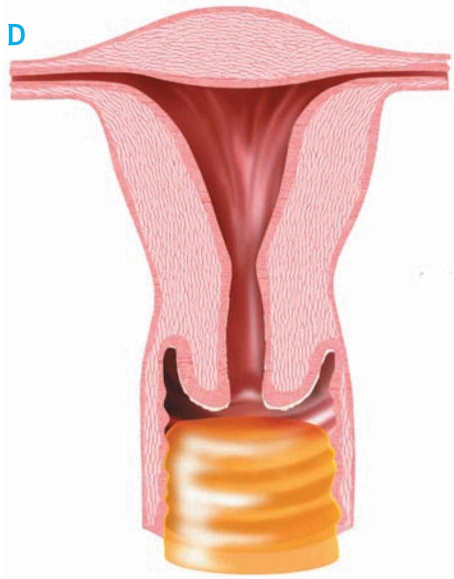
Diafragma. Consiste en un capuchón de goma que se coloca en el fondo de la vagina antes de la relación sexual, junto con cremas espermicidas, y se retira ocho horas después. Impide el paso de espermatozoides hacia el útero. El tamaño del diafragma depende de cada mujer, y es el médico quien debe establecer la medida apropiada. Colocado en forma correcta, y con algún espermicida, tiene un alto porcentaje de efectividad (80-90%). No presenta efectos colaterales. Su uso puede resultar molesto o incómodo.

C



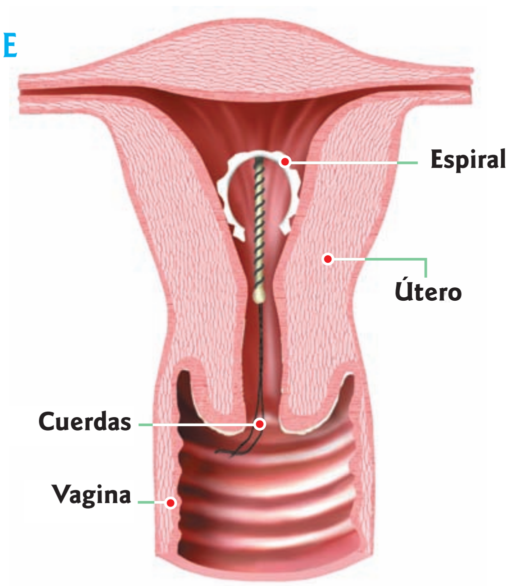
La **esponja vaginal** está impregnada con una sustancia espermicida que debe humedecerse para ser activada.

D



El **preservativo femenino** consiste en una bolsita de poliuretano lubricada, más o menos parecida al condón masculino, pero más amplia.

E



DIU (dispositivo intrauterino). Es un dispositivo de plástico, de cobre, o de ambos materiales, que el médico coloca en la cavidad uterina. Los que poseen cobre liberan iones de este metal que crean un medio desfavorable para la gestación. Es fácil de usar y posee un alto porcentaje de efectividad (95-98%).
Debe ser colocado por el ginecólogo.

Con el uso del DIU, pueden presentarse reacciones inflamatorias, pérdidas de sangre, rechazo por contracciones uterinas, etc. No es recomendable en las mujeres que no han tenido hijos. Debe ser colocado por un especialista. Puede ser expulsado sin que la mujer lo advierta. A veces ocurre que, a pesar del dispositivo, la fecundación se lleva a cabo; entonces, el huevo o cigoto —debido a que la presencia del DIU altera la pared uterina— no se anida, y la mujer sufre entonces un aborto espontáneo que puede pasar inadvertido. Otras veces, el embarazo sigue su término, con el consiguiente peligro que acarrea para el feto la presencia de ese objeto extraño en el útero.

Herencia y genética

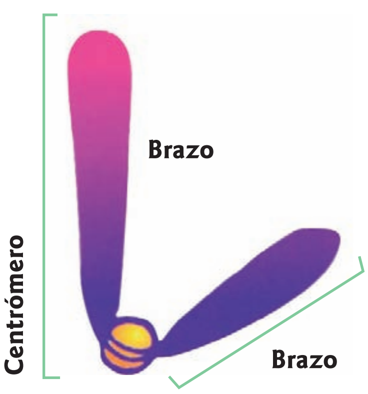
Siempre se habla de herencia cuando se consideran los rasgos o el carácter de un niño o una niña recién nacidos y se los compara con los de sus padres y abuelos. A partir del descubrimiento de los genes, pudieron explicarse las causas de la herencia y de muchas enfermedades, dando un paso muy grande en la esfera de la prevención.

Ver ADN y cromosomas en pág. 24

La **genética** es la rama de la biología que estudia la **herencia**. La herencia es el conjunto de características morfológicas (color de piel, pelo, rasgos, etc.), fisiológicas (adaptaciones) y, en el caso del ser humano, psicológicas (carácter, memoria, inteligencia, etc.), que se transmiten de generación en generación a través de los **genes**.
Los **genes** son las unidades hereditarias, presentes en todas las células en número definido, que en condiciones adecuadas transmiten y rigen el desarrollo de un carácter o rasgo. Los **genes** están formados por **ADN** (**ácido desoxirribonucleico**), y se hallan contenidos en los **cromosomas**.
Generalmente, entre padres e hijos encontramos un parecido muy estrecho, aunque difieren en muchos aspectos, como se diferencian los hermanos entre sí. Esta diferencia se denomina **variación**.

Los cromosomas

El número de cromosomas es variable según la especie, pero es constante en todos los individuos de una misma especie.
En el cuerpo humano, cada célula posee **46 cromosomas**, distribuidos en **23 pares** (**número diploide**). El último par (23) es el que determina el sexo. Las células sexuales sólo tienen un juego de cromosomas: 23 cromosomas en total (**número haploide**).
Los cromosomas que forman un par idéntico se denominan cromosomas homólogos o **autosomas**. Cuando los elementos del par son diferentes, se los llama cromosomas heterólogos o **gonosomas** (es el caso de los cromosomas sexuales).



Estructura de un cromosoma

Los genes

Un par de genes informa sobre un carácter y tiene una alternativa; por ejemplo, el tipo de pelo puede ser lacio o enrulado. Estas dos informaciones alternativas son los **alelos**, es decir, que ocupan el mismo lugar en los **cromosomas homólogos o autosomas** (par de cromosomas que llevan información para los mismos caracteres, por ejemplo, color de ojos, color de pelo, etc.).



Mendel simbolizó con letras mayúsculas a los **alelos dominantes** (por ejemplo, **A**) y con letras minúsculas a los **alelos recesivos** (por ejemplo, **a**).
Al **par de alelos** existente en cada uno de los núcleos celulares se lo denomina **genotipo**, y a las características observables que resultan de la interacción de los alelos se las llama **fenotipo**.
Si los alelos del par son iguales, es decir, si ambos llevan la misma información, por ejemplo, sobre el color de ojos, la persona es **homocigota** para ese carácter. Si, en cambio, los alelos son distintos (cada uno indica un color diferente), el individuo es **heterocigota**.
Así, un individuo **homocigota dominante** para determinado carácter, por ejemplo, color de ojos, se simboliza **AA**; un **homocigota recesivo**, **aa**, y un **heterocigota**, **Aa**.

Las leyes de Mendel

Sobre la base de sus experiencias, Mendel enunció sus leyes.

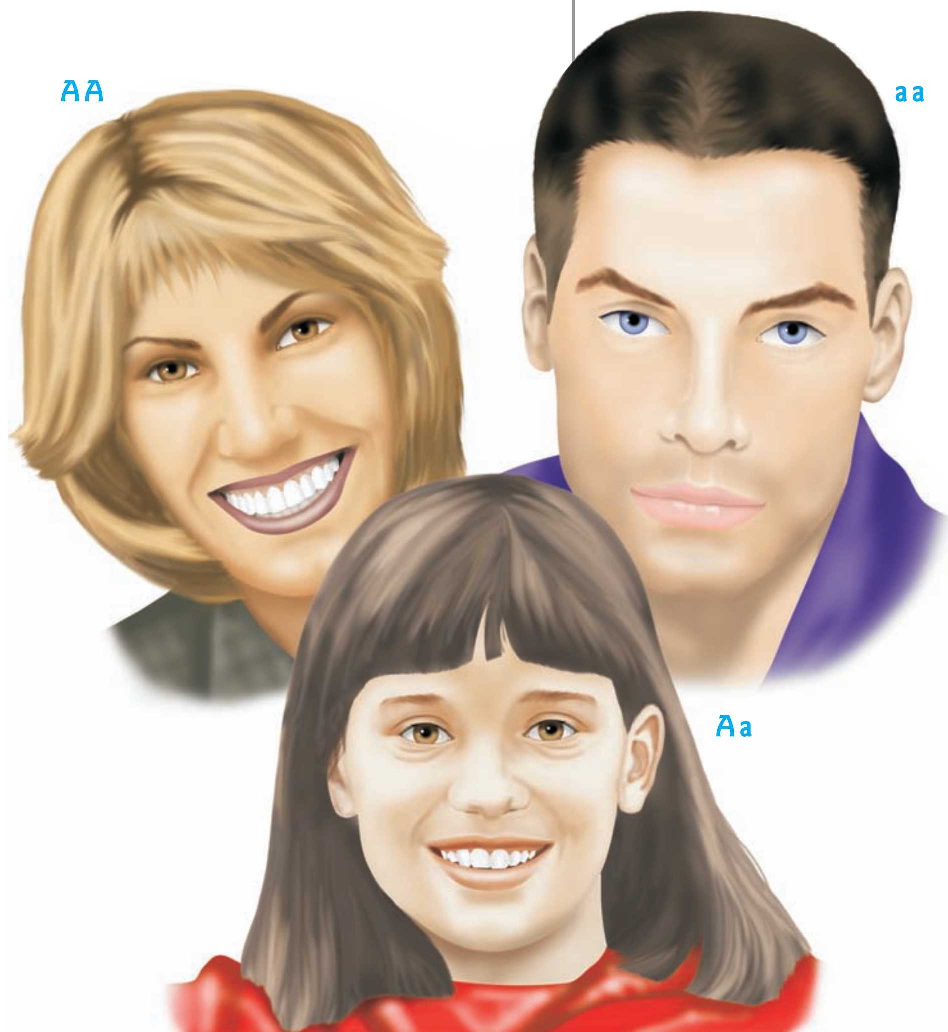
Primera ley (ley de la uniformidad): "Todos los descendientes de la cruza entre dos razas puras son iguales entre sí".

Segunda ley (ley de la segregación): "Cada característica de un individuo es gobernada por un par de genes. Los miembros de ese par se segregan en la formación de las gametas masculina y femenina.

Tercera ley (ley de la distribución independiente): "Los factores hereditarios no antagónicos mantienen su independencia a través de las generaciones y se agrupan al azar en los descendientes".

En la mujer, los cromosomas sexuales son idénticos y se denominan XX; en el varón, en cambio, sólo encontramos un cromosoma X, mientras que el otro se denomina Y, y éste es mucho más pequeño, y con pocos genes o ninguno. Ahora bien, si pensamos un poco, podremos determinar que los óvulos tienen un cromosoma X, mientras que los espermatozoides pueden tener un cromosoma X o uno Y. La fecundación de un óvulo con cromosoma X por un espermatozoide con cromosoma Y origina un individuo de sexo masculino, es decir XY. La fecundación de un óvulo con cromosoma X por un espermatozoide con cromosoma X origina un individuo de sexo femenino, XX. Vale decir, entonces, que es el hombre quien determina el sexo del nuevo individuo.

En este caso, la mamá tiene dos genes dominantes de ojos marrones. El papá tiene dos genes recesivos de ojos azules. La hija tiene un gen dominante y uno recesivo de color azul claro.



Conceptos genéticos

A continuación, algunas definiciones para aclarar el tema.

GENOTIPO: información contenida en los genes. El genotipo puede ser homocigota o heterocigota.

• **Homocigota**: cuando los alelos llevan la misma información para el mismo carácter. Por ejemplo, para el carácter color de ojos, ambos alelos poseen información para el color de ojos azul (claro).

Dominante: los homocigotas son dominantes cuando la información que poseen es fuerte; es decir, se expresa siempre que está presente en el **genotipo**. Para eso se estudiaron las dominancias de los caracteres, y se descubrió que el color de ojos marrones domina sobre el azul, el pelo enrulado domina sobre el lacio, etc. Los dominantes se expresan con letra mayúscula (por ejemplo, AA).

Recesivo: los homocigotas son recesivos cuando ambos alelos transmiten información más débil, que sólo se va a manifestar cuando ambos alelos posean la misma información para el mismo carácter. Por ejemplo, ambos alelos poseen información azul para el carácter color de ojos. Se escriben con letra minúscula (por ejemplo, aa).

• **Heterocigota**: cuando los alelos llevan distinta información para el mismo carácter. Por ejemplo, para el carácter color de ojos, un alelo tiene información para el color azul, y el otro para el color marrón. En ese caso, se expresará el dominante, es decir, el marrón. Se escriben así: Aa.

FENOTIPO: es la expresión del genotipo, y se aprecia con los sentidos, como el color de ojos que se ve en la persona, así como el tipo de pelo, la altura, etc. Cabe aclarar que los caracteres dominantes se expresan siempre en el fenotipo cuando están presentes en el genotipo, ya sea en estado homocigota o heterocigota. En cambio, los caracteres recesivos sólo se expresan en el fenotipo cuando en el genotipo están como homocigotas, ya que en los heterocigotas el recesivo queda enmascarado por el dominante.

Cariotipo: conjunto completo de cromosomas que caracterizan a una especie. La especie humana posee 23 pares de cromosomas en sus células somáticas (siendo el par número 23 el par sexual) y 23 cromosomas en sus células sexuales.

El desarrollo después del nacimiento

Después del parto, el nuevo ser seguirá creciendo y cambiando su fisonomía. Llegado un punto, el primer proceso se detiene e, incluso, se revierte, lo que también modifica su cuerpo.



En la primera infancia

Esta etapa comprende desde el nacimiento hasta los dos años. En ella se evidencian en el niño conductas que ponen de manifiesto el desarrollo psicomotor que se está produciendo en su organismo. Estos niños evolucionan experimentando conductas relacionadas con lo motriz, lo adaptativo, el lenguaje, lo personal y lo social.

Primer trimestre de vida

El niño posee reflejos innatos y primitivos; por eso sus acciones son automáticas. Cuando, posteriormente, se produce la mielinización de las vías nerviosas, algunos de estos reflejos desaparecen. Entre los reflejos innatos están los siguientes.

- **Reflejo de búsqueda**: cuando se le roza la mejilla, el bebé gira instintivamente la cara en esa dirección, como buscando el pezón, e intenta alcanzar con los labios lo que ha tocado. Este reflejo se manifiesta desde el nacimiento y se relaciona con la búsqueda del alimento.
- **Reflejo de succión**: si se pone un dedo en la boca del bebé, éste succionará como si se tratase del pezón. Éste es el reflejo que le permite alimentarse y aprehender el mundo que lo rodea.
- **Reflejo de Moro**: ante un estímulo inesperado o un susto, el bebé estira los brazos, extiende las manos y pone tenso el cuerpo. Luego se encoge nuevamente. Este reflejo desaparece a los dos meses.
- **Reflejo de marcha**: si se le sostiene con los pies apoyados sobre una superficie plana, el bebé mueve las piernas e intenta dar pasos hacia delante, como si estuviera caminando. Este reflejo desaparece al final del segundo mes.
- **Reflejo de la prensión**: cuando se le toca la palma de la mano con un dedo, el bebé se prende a él tan fuertemente que podría soportar el peso de su cuerpo. Este reflejo se asocia con la necesidad de tomar objetos, aunque no pueda hacerlo hasta que controle sus movimientos voluntariamente.
- **Reflejo plantar**: si se le toca el borde exterior de la planta del pie, el bebé, en lugar de encoger los dedos, los estira como un abanico. Este reflejo desaparece a las 18 semanas.



Segundo trimestre

Aparecen los reflejos condicionados, lo que facilita la adaptación del niño al medio. Comienzan a tomar contacto con el medio, a captar estímulos y a tener el control de algunos músculos, como los que sostienen la cabeza y los que le permiten mover los hombros. Esta etapa es la receptiva.

Tercer trimestre

Durante este trimestre, y a lo largo del cuarto, el niño comienza a proyectarse hacia el medio que lo rodea y a ejecutar acciones voluntarias; por eso, ingresa a la etapa proyectiva. Domina los músculos del tronco, y es capaz de sentarse y de tomar objetos.

Cuarto trimestre

Domina los músculos de los miembros inferiores, lo que le permite caminar. Además, domina los músculos de las manos, especialmente los de los dedos, y realizan la oposición pulgar-índice, que, como una pinza, le permite tomar los objetos, aunque sin soltarlos. Sólo en el sexto trimestre está en condiciones de entregar voluntariamente un objeto.

Un año y medio

Comprende órdenes sencillas. Presenta mayor habilidad con sus manos que con sus piernas.

Al llegar al **final de la primera infancia**, es decir, a los dos años, el niño se desplaza solo,

corre sin caerse, sube y baja escaleras, se sienta en sillas sin ayuda y es capaz de patear una pelota.
Al interpretar las conductas motoras, especialmente las referidas a la postura corporal, se observa que éstas evolucionan en dos sentidos: uno es el céfalo-caudal, es decir que el crecimiento y el desarrollo motor se producen desde la cabeza hacia los pies. El otro sentido es el centro-distal, que se realiza desde los hombros hacia las manos y desde la pelvis hacia los pies.

Segunda infancia

Esta etapa se extiende **desde los dos años hasta los doce**.
A los **tres años**, el sentido del equilibrio se halla más desarrollado, camina más seguro, firme y erguido. Corre y se detiene sin dificultad. Su vocabulario y su capacidad de comprender nuevas palabras se acrecientan.
A los **tres años y medio** controla sus esfínteres también durante la noche.
A los **cuatro años** camina y corre con mayor seguridad, y sube y baja escaleras apoyando un pie en cada escalón. Maneja el lápiz con una sola mano. Realiza figuras humanas sencillas, copia y distingue letras. Quiere hacer más cosas por sí mismo: servirse la comida, vestirse y desvestirse, ir al retrete, lavarse los dientes, etc.
A los **cinco años** dibuja figuras humanas más o menos complejas. Posee aptitudes físicas y coordinación bien desarrolladas.
Al finalizar la segunda infancia, **entre los diez y los doce años**, cuando todavía están cumpliendo sus estudios primarios, comienzan a presentarse los primeros signos de desarrollo prepuberal y también los cambios corporales.



El lenguaje

Entre el segundo y el tercer mes de vida, los niños tratan de imitar los sonidos que oyen. A los seis o siete meses, ya comienzan a modular los sonidos que emiten y pronuncian palabras simples. A los dos años, ya son capaces de decir frases breves y van ampliando su vocabulario.







La adolescencia

Ver *hipotálamo* en pág. 149

Ver *hipófisis* en pág. 150

Los caracteres sexuales secundarios aparecen entre los 11 y los 14 años.

La adolescencia está considerada como un **período de desarrollo crítico**, dado que es la etapa comprendida entre el final de la niñez y el comienzo de la edad adulta. Representa una fase de **tensiones particulares** en nuestra sociedad, ya que los cambios físicos, con la adaptación que ello implica, traen aparejados numerosas demandas: de independencia, de comportamiento sexual, de integración social, de elección vocacional, y una identidad que canalice una filosofía propia de vida.

Comienza **entre los 10 y los 14 años**, y se caracteriza por cambios hormonales importantes. Comienza con el **aumento de la actividad del hipotálamo**, que envía impulsos a la **hipófisis**; como resultado, ésta lanza a la circulación hormonas destinadas a provocar el desarrollo de las glándulas correspondientes y, como consecuencia, aparecen los **caracteres sexuales secundarios**.

La adolescencia propiamente dicha

Se extiende hasta, aproximadamente, los 20 años y se caracteriza por adaptaciones psicológicas, sociales y culturales. El adolescente experimenta transformaciones en tres aspectos:

- en el **aspecto físico**, cambia bruscamente el esquema corporal, lo que lo obliga constantemente a adaptarse a estos cambios;
- en el **aspecto fisiológico** se produce una transformación hormonal importante, que se manifiesta por cambios de conducta;
- en el **aspecto psicológico**, hay una desubicación en relación con lo que fue y lo que es. Comienza un cambio emocional al tomar conciencia de su mundo interior.



CAMBIOS EN LA MUJER

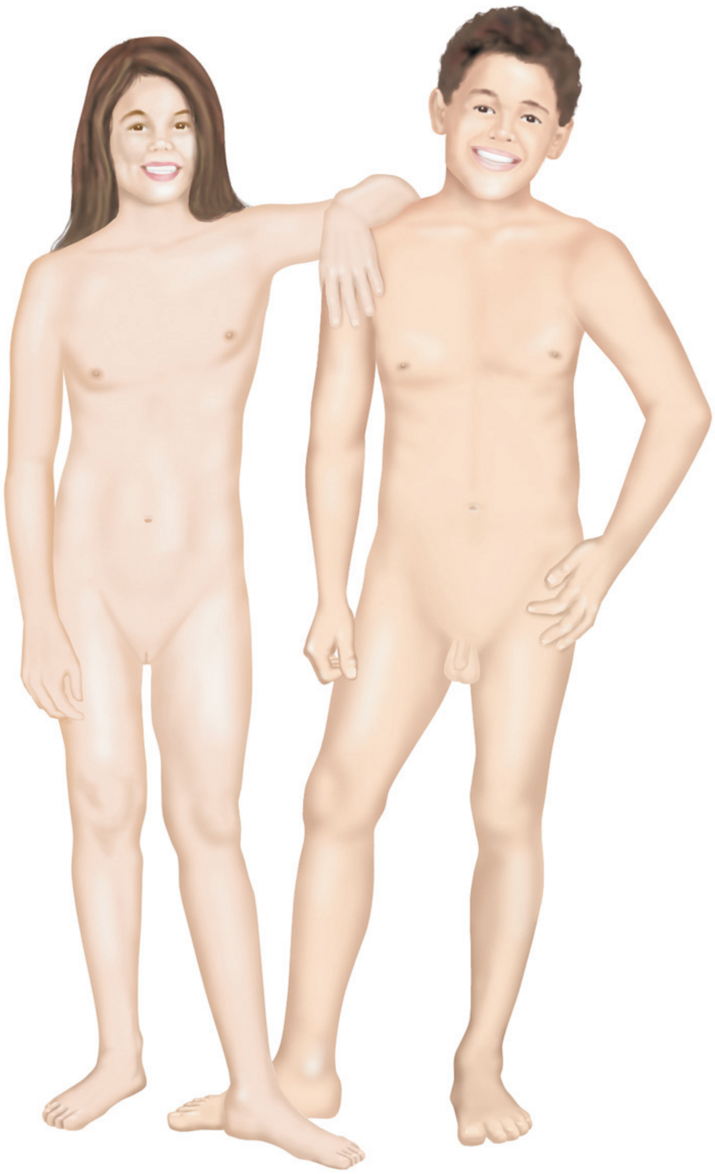
- Comienza el desarrollo de los folículos ováricos y a producir estrógenos.
- Aumentan de tamaño los huesos de la pelvis, las caderas se ensanchan y redondean.
- Se agranda el útero.
- Se producen acumulaciones de grasa bajo la piel, especialmente en el abdomen, los flancos y los glúteos.
- Se acentúan las curvas corporales.
- Se agrandan los pezones y se desarrollan las mamas.
- Se produce la menarca o primera menstruación. Al principio, los ciclos son irregulares y anovulatorios; luego se van normalizando.

CAMBIOS EN EL VARÓN

- Los órganos sexuales aumentan su tamaño; comienzan a madurar y elaborar gametas y hormonas.
- Se producen las primeras poluciones nocturnas, es decir, la salida involuntaria de una pequeña cantidad de semen durante la noche.
- La piel se vuelve áspera, se va cubriendo de vello y aparecen la barba y el bigote.
- Las cuerdas vocales se alargan, lo que produce un tono más grave de la voz. Además se hace más notorio un cartílago de la laringe, vulgarmente conocido como *nuez de Adán*.
- El sistema ósteo-artro-muscular se desarrolla, en especial el tórax y la cintura escapular.
- Desarrolla mayor fuerza muscular.

EN LOS DOS SEXOS

- Las glándulas sebáceas se hacen más activas, los poros se dilatan y aparece el acné, especialmente en el rostro, el pecho y la espalda.
- Las secreciones sudorales comienzan a tener su desagradable olor característico.
- Crece el vello en las axilas y el pubis.
- Los miembros superiores e inferiores se alargan, y se produce el clásico *estirón*.



Durante la infancia, el cuerpo crece y va modificando sus proporciones, aunque el gran crecimiento ocurre durante el primer año de vida. A los 10 años, la persona alcanza el 50 % de su peso adulto, las piernas, 3/8 de la longitud total del cuerpo, mientras que en la adolescencia llega los 4/8.
La longitud de la cabeza va disminuyendo en relación con la longitud del cuerpo. Cuando nace, la cabeza mide alrededor de 2/8 y es tan ancha como sus hombros, mientras que en la adultez mide un poco más de 1/8.

Alrededor de los 11 años, los ovarios de las niñas comienzan a incrementar la producción de estrógeno, y los testículos de los varones aumentan la producción de testosterona.



Los adolescentes experimentan un aumento repentino de peso y estatura. Se incrementa la masa muscular. La frente se vuelve más prominente y se alargan la mandíbula y el mentón. Se incrementa el perímetro cefálico y el cráneo crece un 15%.
En los varones se ensanchan los pectorales, los hombros y los brazos. Hacia el final de la adolescencia, el pene, el escroto y los testículos están totalmente maduros y su tamaño es el de un adulto.
En las mujeres, se ensancha la pelvis y aparecen capas de grasa en las caderas, que se tornan más anchas que las de los varones. Las mamas se desarrollan.
En ambos, aparece el vello púbico.

Problemas y trastornos de la niñez y la adolescencia

La niñez y la adolescencia son períodos de grandes cambios. A veces, el organismo, durante estas etapas, es más proclive a contraer enfermedades infectocontagiosas o ambientales. Por esa razón, es muy importante la prevención.

Durante la infancia

Algunas de las enfermedades de la infancia son el síndrome urémico hemolítico y la diarrea.

Síndrome urémico hemolítico

Es una enfermedad que afecta sobre todo a niños pequeños, entre los 30 meses y 5 años de edad, (aunque se ha registrado en niños mayores), predomina en el verano y es provocada en un 90% de los casos por una variedad de la bacteria *Escherichia coli*. Esta bacteria habita normalmente en la flora intestinal del ser humano y el ganado. Algunas clases de *Escherichia* son inofensivas, mientras que otras causan diarreas. El contagio es a través de las heces y los alimentos mal cocidos, leche no pasteurizada y agua contaminada. Además del contagio descrito (contagio indirecto), también el contagio puede ser directo, es decir, de persona a persona.

La diarrea infantil

Es una infección intestinal aguda cuya gravedad aumenta cuanto más pequeño y desnutrido es el niño. Ocurre mayormente en verano y es causada por una bacteria llamada *colibacilo*, aunque también puede ser virósica. El contagio se produce por alimentos contaminados y agua o leche sin hervir, manos sucias que preparan los alimentos, utensilios contaminados con heces de insectos, objetos que el niño lleva del suelo a la boca.

La consecuencia grave de esta enfermedad es la **deshidratación**.

Para evitar esta enfermedad, no sólo se debe aumentar la higiene, sino acudir a la leche materna, que protege al bebé contra esta enfermedad.





El acné puede prevenirse con una rigurosa limpieza de la piel, con agua y jabón, y, si es necesario con lociones astringentes que reduzcan la grasitud. Además, se deberá seguir un régimen alimentario que excluya frituras, alcohol, dulces y picantes, entre otros.

En la adolescencia

Algunos trastornos y enfermedades de la adolescencia son el **acné juvenil** y las **adicciones**.

Acné juvenil

Está relacionado con la actividad excesiva de las glándulas sebáceas encargadas de producir sebo, que es una sustancia destinada a lubricar la piel, darle flexibilidad y hacerla impermeable al agua. Entre las posibles causas, están los desequilibrios hormonales característicos de la adolescencia, y posiblemente también influya el régimen alimentario, que suele ser rico en grasa e hidratos de carbono.

Las adicciones

Las adicciones tienen su fuente inspiradora en la familia, en el medio social y en los medios masivos de comunicación. Muchas veces, el joven encuentra en ellos modelos de dependencia socialmente aceptados; por ejemplo, dependencia de la comida, de las compras, del tabaco, etc. Cuando el adolescente quiere diferenciarse utiliza los mismos medios.

Se puede considerar a los adolescentes como una población de alto riesgo, ya que las características propias de esta etapa son la angustia, la falta de definición de roles, la depresión alternada con la excitación. El joven no conoce el precio que deberá pagar por ingresar al mundo de las adicciones, que le ofrece soluciones "mágicas" a cada uno de sus problemas.



Los biberones deben ser higienizados con mucho cuidado.

Las defensas del organismo

Los responsables de la inmunidad



En el medio ambiente conviven gran cantidad de sustancias y microorganismos que son verdaderos factores patógenos. Para defendernos de ellos, dentro de nuestro organismo se fabrican y circulan elementos que dan continuas batallas y llegan a destruirlos.
En este capítulo, conoceremos a los encargados de velar por el equilibrio y la salud de nuestro cuerpo.

El sistema linfático

Ya vimos que la sangre posee células que se encargan de protegernos de las infecciones del medio. Este sistema se complementa con conductos, ganglios y órganos que también producen una amplia variedad de células defensivas, forman anticuerpos, filtran y transportan materiales de desecho.

A veces, cuando nos rascamos heridas o picaduras, sale un líquido incoloro. Ese líquido es la linfa.

Ver *venas* en pág. 94

La linfa cumple funciones de nutrición, drenaje y desintoxicación del organismo.

La piel, las lágrimas, el sistema mucociliar respiratorio, las secreciones de las glándulas sebáceas y salivales, las enzimas, las secreciones digestivas y el Ph detienen el paso de los agentes patógenos, al tiempo que se movilizan los mecanismos específicos de protección, que constituyen un verdadero sistema de inmunidad: el **sistema linfático**. Este sistema está constituido por **vasos linfáticos**, por donde circula la **linfa**, y por los **órganos linfoides primarios y secundarios**, que producen células especializadas, encargadas de la defensa y la inmunidad del organismo.

Los vasos linfáticos

Integran un sistema circulatorio abierto, conformado por vasos capilares muy pequeños, en contacto con casi todos los órganos y los tejidos del cuerpo, que se unen y forman vasos de mayor calibre hasta desembocar en dos grandes troncos colectores de linfa: el **conducto torácico** y el **linfático derecho**.

El **conducto torácico** vacía la linfa en una vena localizada en el hombro izquierdo. El **conducto linfático derecho** lleva la linfa del miembro superior derecho, y las regiones derechas de la cabeza, el cuello y el tórax a la confluencia de las **venas** subclavia y yugular interna de ese lado del cuerpo.

La **linfa** o líquido tisular circula en una única dirección, ya que los vasos linfáticos poseen válvulas internas escalonadas, y los movimientos musculares la impulsan hacia el corazón. Es decir, el sistema circulatorio de la linfa actúa como un sistema venoso.

Los conductos pasan por los **ganglios linfáticos**, masas de tejidos, muy numerosos en el cuello, las axilas, alrededor de las orejas y en la ingle.

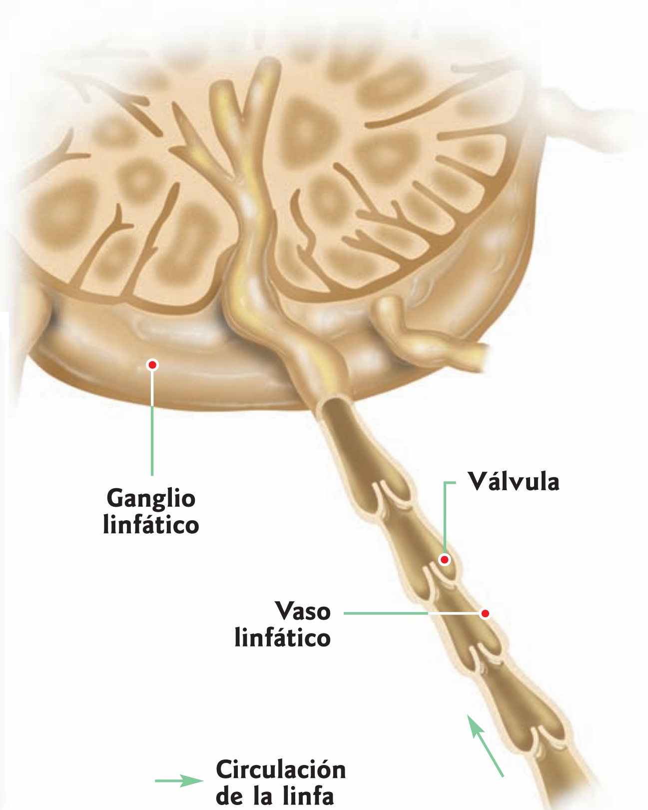
La linfa

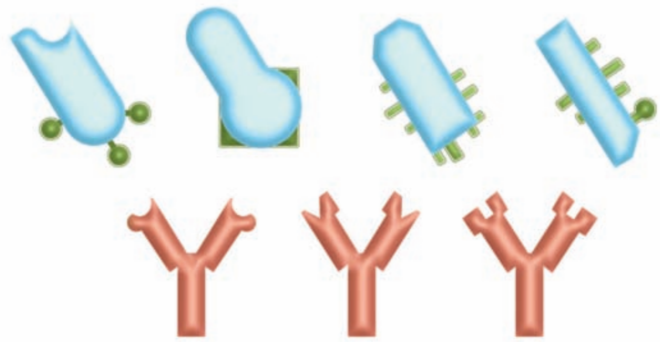
Llamada también *líquido tisular*, la linfa se mueve por los intersticios de los tejidos. Es parte del sistema circulatorio, porque lleva oxígeno y nutrientes a las células que quedan distantes de los capilares. También transporta los desechos producidos por las células a la sangre, y los microorganismos que han quedado atrapados en el sistema de inmunidad.

Su apariencia es la de un líquido incoloro y viscoso. Contiene menor cantidad de proteínas e hidratos de carbono que el plasma, pero es más rica en grasas. Posee unos 8 000 linfocitos por milímetro cúbico.



Las enfermedades infecciosas, como la gripe, producen la inflamación de los ganglios.



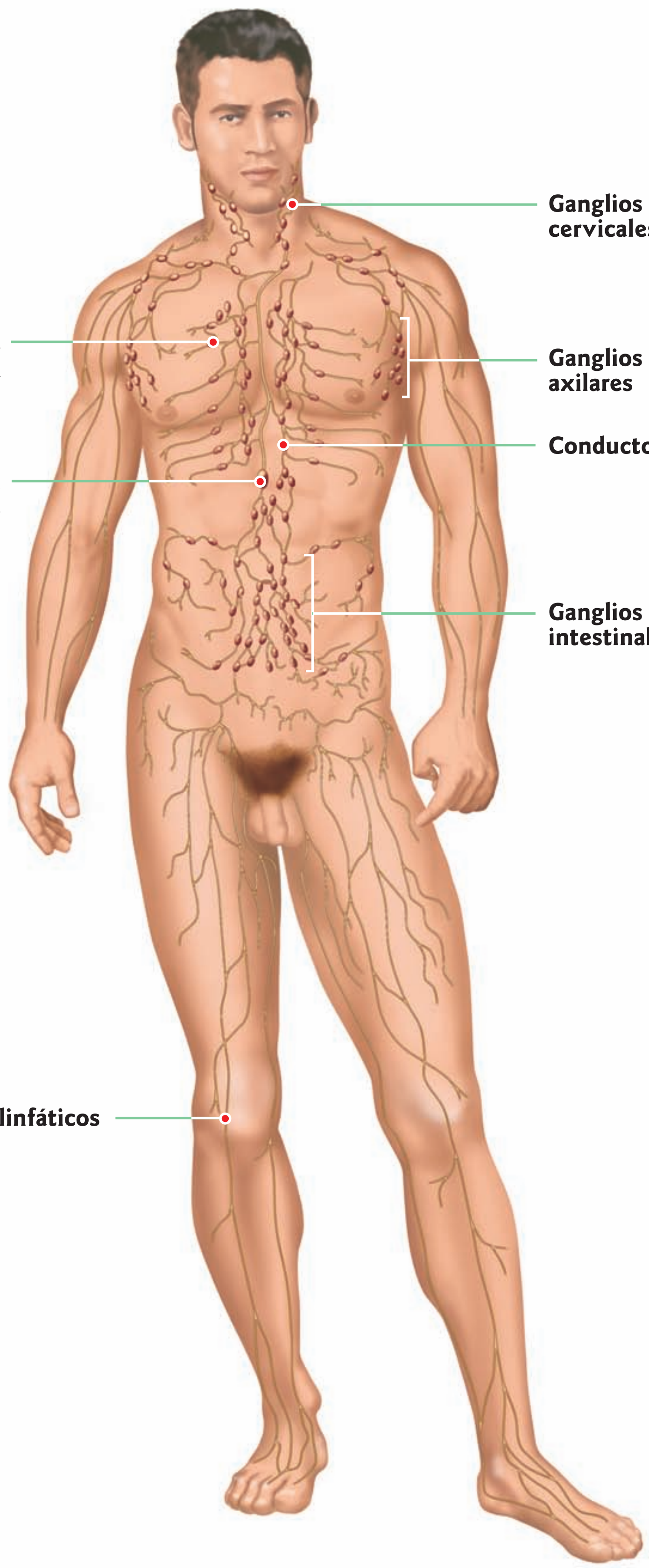


Cada célula del cuerpo trae consigo moléculas que son reconocidas por los agentes de defensa como "lo propio".
Todo agente patógeno también porta una identificación, que constituye "lo extraño". Estos marcadores se denominan **epítopes**.

Antígeno

Epítope

Anticuerpo



La cisterna de Pecquet es un reservorio ovoide que queda a la altura de las vértebras lumbares, donde confluyen los vasos linfáticos de los miembros inferiores y de los órganos ubicados en el abdomen.

***Fotografía de bacterias* Escherichia coli.**
Los agentes patógenos que ponen en funcionamiento el sistema inmunológico son las bacterias, los virus, los hongos y los parásitos.



Ver *médula ósea* en pág. 44

Ver *timo* en pág. 154

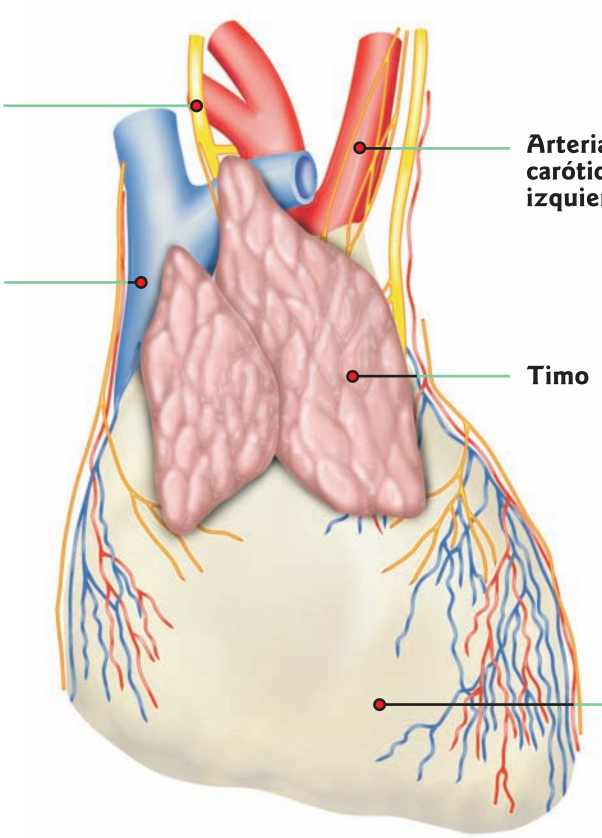
Los órganos linfoides primarios

• En la **médula ósea**, se originan los **linfocitos**, **B**, que se especializan en la producción de anticuerpos y son responsables de las respuestas de anticuerpos frente a los estímulos antigénicos. Además, la médula ósea actúa como órgano linfoide secundario (diferenciación final de células B a células plasmáticas).

• El **timo** es un órgano bilobulado, situado en el mediastino anterior, sobre el pericardio. El parénquima tímico está formado por una malla de células epiteliales, rellenas de células linfoides en desarrollo (*timocitos*) y se organiza en lobulillos, en cada uno de los cuales hay una **zona externa** o **corteza**, donde está la mayoría de los timocitos, y una **zona interna** o **médula**, con escasos timocitos. El tamaño del timo aumenta durante la vida fetal y posnatal hasta la pubertad, momento en el cual empieza a involucionar.

En el **timo** se originan los **linfocitos T**, los cuales se especializan en la expresión del receptor antigénico de las células T y son responsables de las respuestas inmunes mediadas por células.

UBICACIÓN DEL TIMO EN RELACIÓN CON EL CORAZÓN



En las mucosas

• El **tejido linfoide**, **asociado con las mucosas**, se localiza en los tractos *gastrointestinal, respiratorio y genitourinario*, en forma de acumulaciones nodulares no encapsuladas, como las *amígdalas* y las *adenoides* en la nasofaringe, o *placas de Peyer,* en el intestino; se organizan en áreas T y B, en forma semejante a la de los ganglios, con predominio de los linfocitos B sobre los T.

Los órganos linfoides secundarios

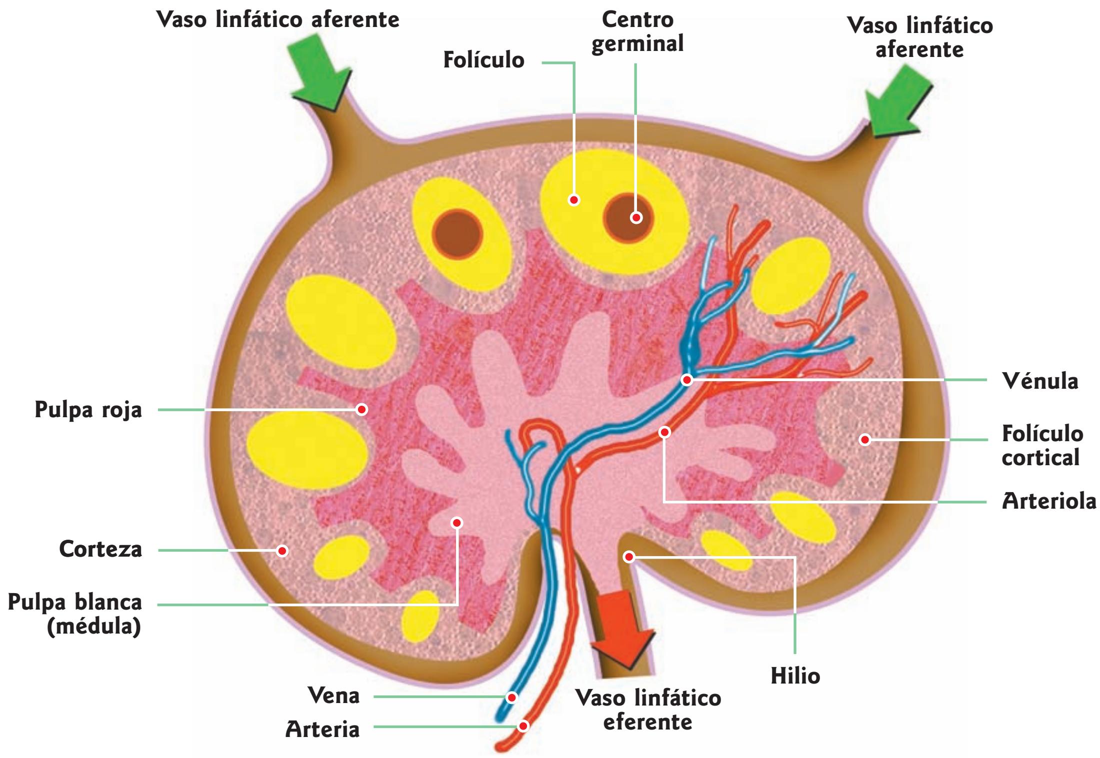
• Los **ganglios** tienen forma reniforme, y su longitud y grosor son siempre inferiores a 1 y 0,5 cm respectivamente, excepto si se hallan estimulados. Están distribuidos por todo el organismo en las ramificaciones de los vasos linfáticos, formando una red que drena y filtra la linfa procedente de los vasos tisulares. Se agrupan constituyendo cadenas estratégicamente situadas (en zonas como el cuello, las axilas, las ingles, el mediastino y la cavidad peritoneal) para drenar tanto los territorios superficiales como las vísceras profundas. Los vasos sanguíneos ganglionares entran y salen por el hilio. La linfa entra en el ganglio por varios vasos linfáticos aferentes y sale purificada por un solo vaso linfático eferente, situado en el *hilio.* A medida que la linfa pasa por los ganglios, se remueven los microbios muertos.

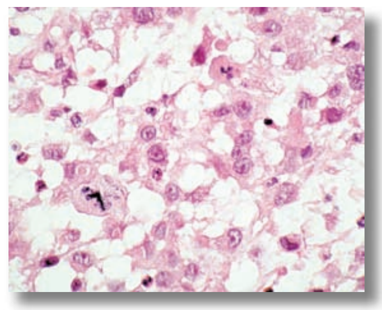
Histológicamente, presenta la **corteza** o **zona de las células B**, la **paracorteza** o **zona de las células T** (en su mayoría CD 4+) y una **médula central** con cordones medulares, donde se encuentran *linfocitos B y T*, *células plasmáticas* y abundantes *macrófagos*. La mayoría de los linfocitos se hallan en la corteza y la paracorteza. Las células B de la corteza se agrupan formando folículos linfoides.

• El **bazo** es el mayor de los órganos linfoides. Se encuentra por debajo del diafragma, en el costado izquierdo del cuerpo. Histológicamente, presenta una **pulpa roja**, cuyos macrófagos destruyen los hematíes envejecidos, y una **pulpa blanca**, integrada por tejido linfoide, organizado alrededor de las arteriolas como si fueran manguitos.

Está irrigado por la arteria y la vena esplénicas. Interviene en la *linfopoyesis* o formación de tejido linfático y en la destrucción de los eritrocitos.

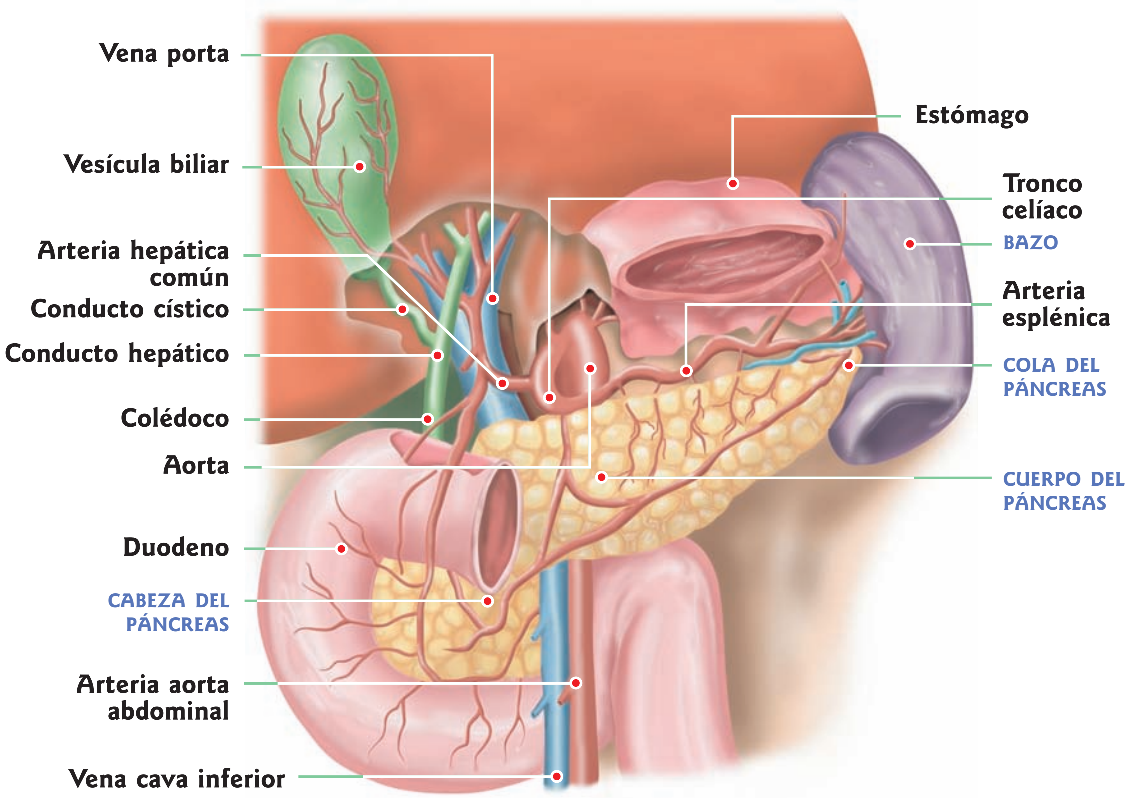
CORTE DE NÓDULO LINFÁTICO





Microfotografía del tejido del ganglio linfático.

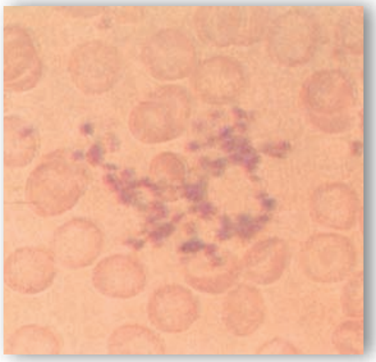
PÁNCREAS Y BAZO



Inmunológicamente, la principal diferencia del bazo con los ganglios es que el bazo ***está especializado en las respuestas contra antígenos que llegan por la sangre****.*

Las células defensoras del organismo

Granulocito neutrófilo.



Los **glóbulos blancos** (**leucocitos**) maduros, de sangre periférica, comprenden los **granulocitos** (*neutrófilos, eosinófilos y basófilos*), y los **monocitos** y los **linfocitos**, distinguibles entre sí por sus caracteres morfológicos. En conjunto, constituyen un grupo de células diferentes en morfología y origen, que utiliza la sangre para dirigirse a los tejidos, donde cada uno cumple su rol en la defensa del organismo contra una agresión.

Los granulocitos
(polimorfonucleares)

Son los elementos más abundantes de la serie blanca en sangre periférica. Su denominación se debe a que presentan un gran número de **granulaciones citoplasmáticas** con caracteres morfológicos distintivos. Estas células constituyen elementos de fase final, altamente diferenciados, en tránsito hacia los tejidos, con capacidad de **fagocitosis** y digestión de diversas sustancias.

Cualquier sustancia que provoca la formación de anticuerpos es un antígeno. Son antígenos las proteínas que forman la superficie de las bacterias y los virus, así como las toxinas producidas por las bacterias.

Los monocitos

Los monocitos de sangre periférica constituyen entre el 1 al 6% de los glóbulos blancos circulantes. Poseen un núcleo pleomórfico, a menudo con forma de herradura. Permanecen en la sangre entre 1 y 4 días, abandonan el torrente sanguíneo hacia los tejidos al azar, y en respuesta a factores quimiotácticos. Todas estas funciones son reguladas por señales externas que, luego del contacto con el macrófago, pueden desencadenar respuestas celulares, o aumentar o disminuir ciertas funciones de los macrófagos. En base a las señales que los estimulan, y según la respuesta que provocan, se distinguen tres poblaciones de macrófagos: en reposo (poseen quimiotaxis, fagocitosis y proliferación sin actividad tumoricida), los macrófagos sensibilizados (son capaces de proliferar, presentan antígenos a células inmunocompetentes y se unen a células tumorales), y los macrófagos activados (no proliferan, exponen menor cantidad de determinantes antigénicos y adquieren actividad tumoricida).

Los linfocitos

Son los responsables de la respuesta inmune. En la sangre periférica se encuentran en una concentración relativa de entre 35 y 45%. Son células relativamente monomorfas. Se originan en los órganos linfoides y completan su maduración en el *timo* y en la *médula ósea*. Existen linfocitos **T y B**.

Ver *fagocitosis* en pág. 20

PROCESOS DE LOS GRANULOCITOS NEUTRÓFILOS

LOCOMOCIÓN

Es la propiedad por la cual los neutrófilos atraviesan el endotelio vascular y la membrana basal y migran a los tejidos. Ocurre con gasto de energía. Para la locomoción, el neutrófilo emite un gran *pseudópodo*, comportamiento similar al de una ameba.

QUIMIOTACTISMO

Los neutrófilos abandonan el torrente sanguíneo al azar y también en forma altamente direccional hacia los sitios de invasión microbiana y/o inflamación. Este último mecanismo depende de la atracción que ejercen sobre los neutrófilos ciertas sustancias (factores quimiotácticos) producidas por las bacterias o daño tisular. Se crea así un gradiente capaz de orientar a los neutrófilos hacia los sitios de mayor concentración de factores quimiotácticos.

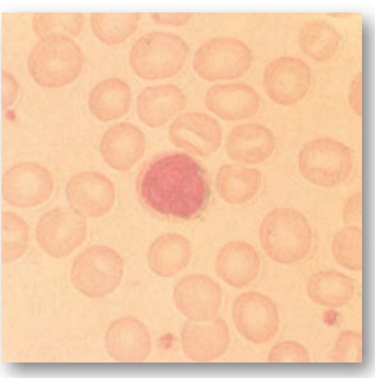
RECONOCIMIENTO Y FAGOCITOSIS

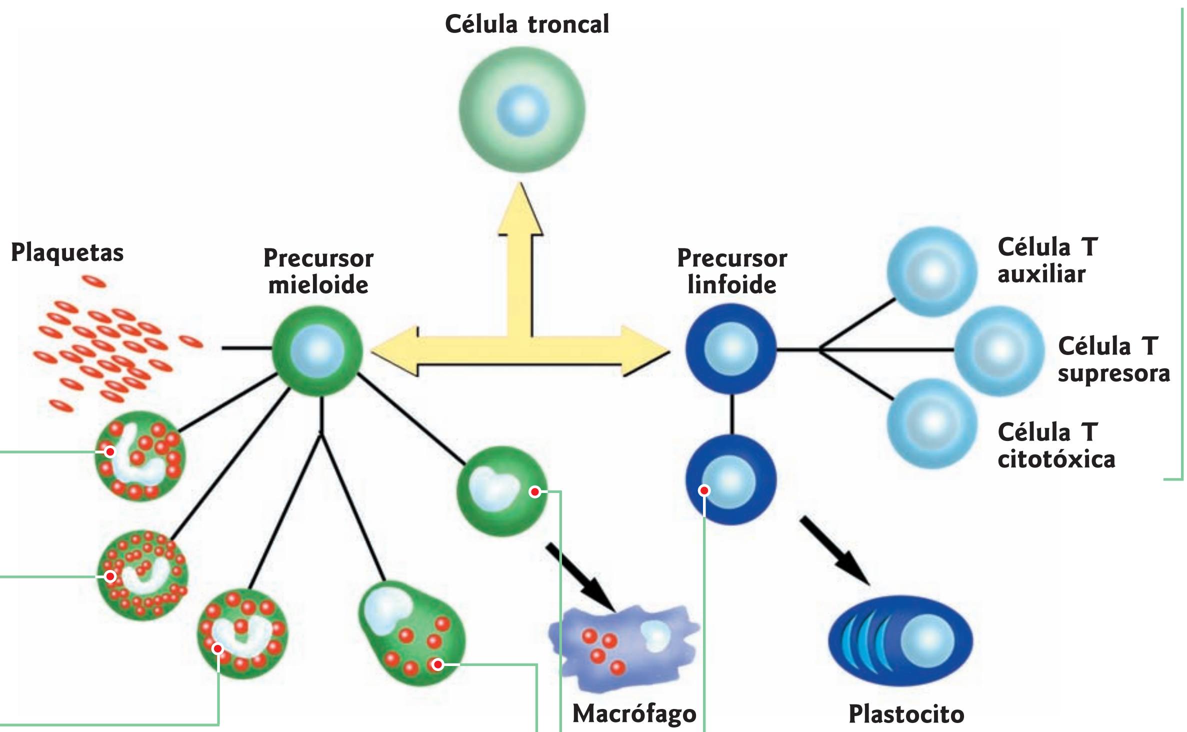
El reconocimiento de la partícula a englobar depende de las propiedades específicas de ésta. La fagocitosis consiste en la emisión de pseudópodos que rodean totalmente el elemento a fagocitar y se fusionan en sus extremos. La vesícula así formada (fagosoma) recibe la descarga del contenido de los gránulos del neutrófilo (degranulación).

DIGESTIÓN Y ACTIVIDAD MICROBICIDA

Al iniciarse la fagocitosis, los gránulos se fusionan a la membrana y liberan su contenido al interior del fagosoma. Casi al mismo tiempo, ocurre la "explosión respiratoria" del neutrófilo; los agentes fagocitados quedan atrapados en un medio de distintas especies tóxicas de oxígeno y componentes granulares digestivos. La actividad digestiva y bactericida ocurre por dos mecanismos diferentes: oxígeno-independientes y oxígeno-dependientes.

Granulocito basófilo.





Sistema T. Interviene en la respuesta inmunológica celular, distinguiéndose linfocitos T cooperadores (amplifican la respuesta inmune por reclutamiento de otras poblaciones linfoides y no linfoides), supresores (inhiben la respuesta inmune), y linfocitos citotóxicos (atacan células infectadas con virus, y tumorales).
El **linfocito B** es responsable de la respuesta inmunológica humoral, es decir, la mediada por anticuerpos.

Granulocitos basófilos. Desempeñan, a través de la *histamina* que contienen, un rol importante en estados de alergia e hipersensibilidad. La liberación de *histamina* ocurre en presencia del alérgeno para el cual existe sensibilidad, y parece depender de la *inmunoglobulina E*, unida a la membrana del basófilo.

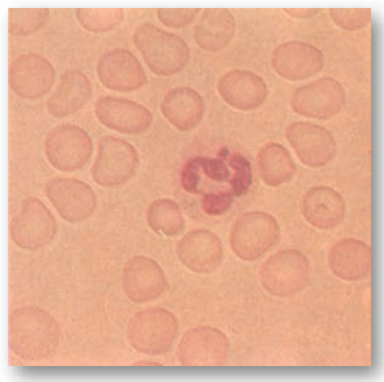
Granulocitos neutrófilos. La función última de los neutrófilos ocurre en los tejidos y está dirigida a la destrucción de bacterias y otras partículas por **acción digestiva**. La acción microbicida de los neutrófilos es la consecuencia de una serie de procesos: locomoción, reconocimiento, quimiotactismo y fagocitosis.

Granulocitos eosinófilos. Presentan una semejanza funcional con los neutrófilos. Así, responden a factores quimiotácticos, reconocen e ingieren el mismo tipo de partículas, degranulan y producen los mismos metabolitos. La actividad microbicida es algo menor que la de los neutrófilos. Es característico el aumento de eosinófilos en **procesos parasitarios y alérgicos**, fenómeno en el que parece involucrado el sistema inmune a través de los linfocitos T.

Linfocito B maduro. No es una célula productora de anticuerpos, sino que, convenientemente estimulada por el *antígeno*, sufre un proceso de diferenciación a **plasmocito**, célula que finalmente segrega inmunoglobulina con actividad de anticuerpo.

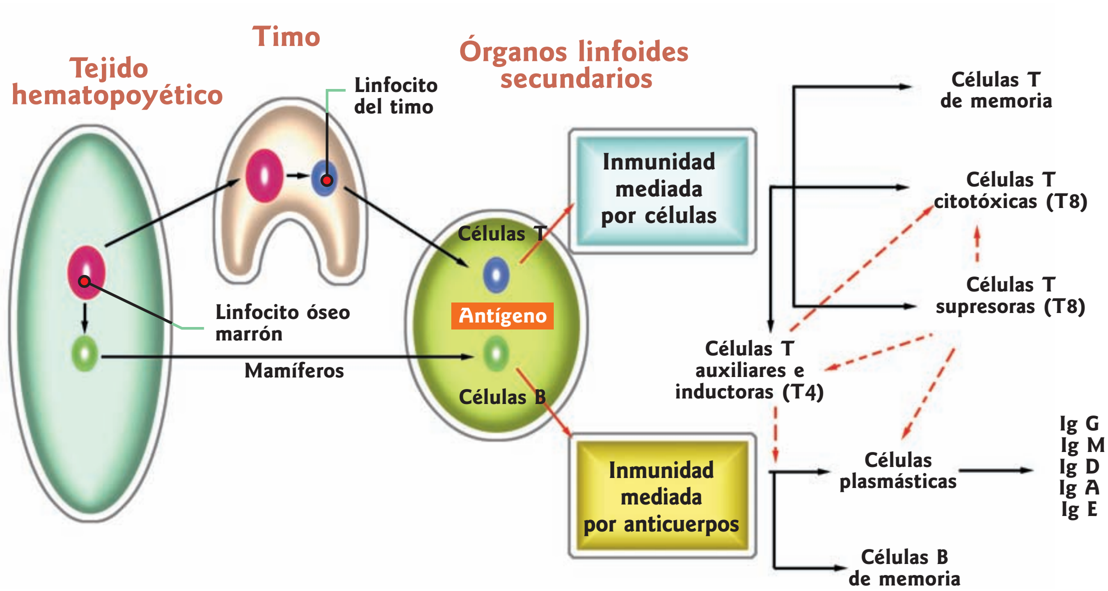
Monocitos. Una vez en los tejidos, se transforman en **macrófagos** e intervienen en la defensa del huésped contra gérmenes y tumores, remoción de detritus celulares y otras partículas, almacenamiento, interacción con linfocitos involucrados en la respuesta inmune, síntesis y secreción de mediadores de la inflamación, control de la *granulopoyesis*, *carcinogénesis* y *aterogénesis*.

Mastocitos. Localizados en el tejido conjuntivo, funcionan como centinelas.

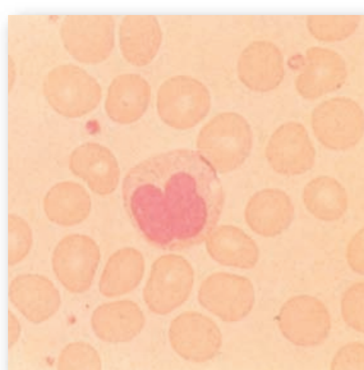


Monocito.

DESARROLLO DE LAS CÉLULAS T Y B DEL SISTEMA INMUNITARIO



Linfocito.



La acción de las inmunoglobulinas que son fabricadas por los linfocitos B constituye la ***respuesta inmunitaria humoral****, la cual comienza con el ingreso de microorganismos (antígenos) al cuerpo.*

Inmunidad mediada por anticuerpos

Los **anticuerpos** son **glucoproteínas sintetizadas por los linfocitos B** (**γ globulinas**) que tienen la propiedad de unirse en forma específica a otras proteínas extrañas e invasoras, a las que se denomina *antígenos*, para neutralizarlas. También se llaman **inmunoglobulinas** o **Ig**, y muestran una gran heterogeneidad, debido sobre todo a la enorme diversidad de las regiones que forman el sitio de unión con el antígeno, y determinan la especificidad antigénica de cada una de ellas. Es decir, las moléculas de los anticuerpos se adhieren a las moléculas de antígenos invasores y las vuelven inactivas, inhibiendo la penetración de ciertos antígenos virales, por ejemplo, dentro de las células. También causan la aglutinación de células invasoras para que se desintegren, o hacen que sea más fácil rodearlas y fagocitarlas.

Clasificación de las inmunoglobulinas

Hay cinco clase distintas de inmunoglobulinas: IgG, IgA, IgM, IgD e IgE (según el orden de mayor a menor concentración sérica).

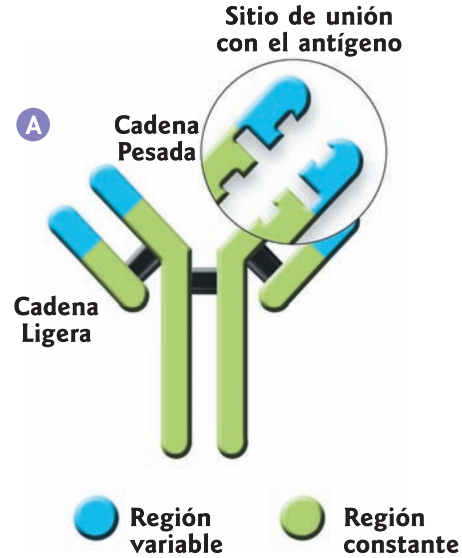
• **IgG**: predomina en el suero y el espacio extravascular. Difunde bien a través de las membranas y predomina en las secreciones internas (sinovial, pleural, líquido cefalorraquídeo, humor acuoso del ojo), y es la única inmunoglobulina que atraviesa la placenta. Los **anticuerpos IgG** son los que predominan en la **respuesta secundaria de anticuerpos**.

• **IgA**: sigue a la IgG en cuanto a la concentración sérica. Es la inmunoglobulina mayormente producida por el tejido linfoide, asociado a las mucosas (MALT), y **la que predomina en las secreciones externas** (calostro y leche materna, saliva, árbol tráqueo-bronquial, tubo digestivo, bilis, flujo vaginal).

• **IgM**: es la que **se produce durante la respuesta primaria de anticuerpos**. Sigue a la IgA en cuanto a concentración sérica: es especialmente aglutinante de las partículas portadoras del antígeno (gérmenes, hematíes). Las "aglutininas naturales" (anticuerpos presentes en el suero, sin mediar inmunización previa conocida), como las isoaglutininas contra los grupos sanguíneos, son de clase IgM.

• **IgD**: representa menos del 1% del total de inmunoglobulinas plasmáticas, así como también es mínima la proporción de células plasmáticas que la producen. Aunque sus niveles séricos pueden aumentar en infecciones crónicas y es posible detectar anticuerpos IgD contra diversos antígenos, se desconoce cuál es su función.

• **IgE**: su concentración sérica y su vida media son las más bajas de todas las inmunoglobulinas, pero se halla unida a los receptores Fc de alta afinidad, presentes en *basófilos* y *mastocitos*, lo que constituye la base celular y molecular de las reacciones alérgicas por hipersensibilidad inmediata.



A ***Representación de una inmunoglobulina o anticuerpo***

La respuesta inmunitaria celular

La inmunidad celular es un proceso iniciado por los **linfocitos T**, que se caracteriza por una reacción inflamatoria donde abundan los macrófagos activados. Los fenómenos en los que está involucrada la inmunidad celular incluyen:

• defensa contra infecciones bacterianas, virales, micóticas y de protozoarios y resistencia a ellas;
• desarrollo de inmunidad contra antígenos solubles;
• inmunidad antitumoral;
• rechazo de transplantes y reacción injerto contra huésped;
• autoinmunidad.

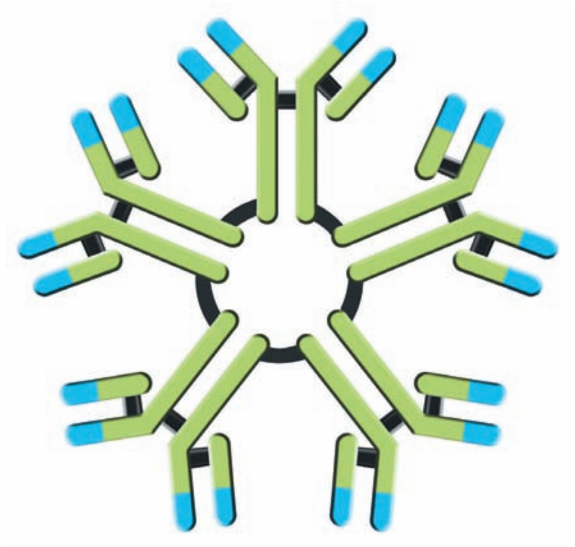
El conjunto de fenómenos involucrados en el proceso depende de ciertas moléculas activas, llamadas *linfoquinas*.

El **macrófago** presenta el determinante antigénico al **linfocito T inductor o cooperador**, que es el encargado de regular toda la acción. Éstos estimulan a los **linfocitos citotóxicos**, vulgarmente llamados *asesinos*, para que se unan al antígeno de los agentes patógenos y los destruyan. También estimulan a los **linfocitos B** a reconocer los antígenos. Por último, están los **linfocitos T supresores**, que tienen la capacidad de inhibir la respuesta inmune. Por lo tanto, los blancos de los supresores pueden ser los cooperadores, los linfocitos B y, probablemente, los macrófagos. Con los supresores se da por finalizada la respuesta inmunitaria celular.

El valor del porcentaje normal de los linfocitos en la sangre es de 20 al 40%. Si supera ese valor, significa que existe una infección causada por un virus, como el de la gripe.







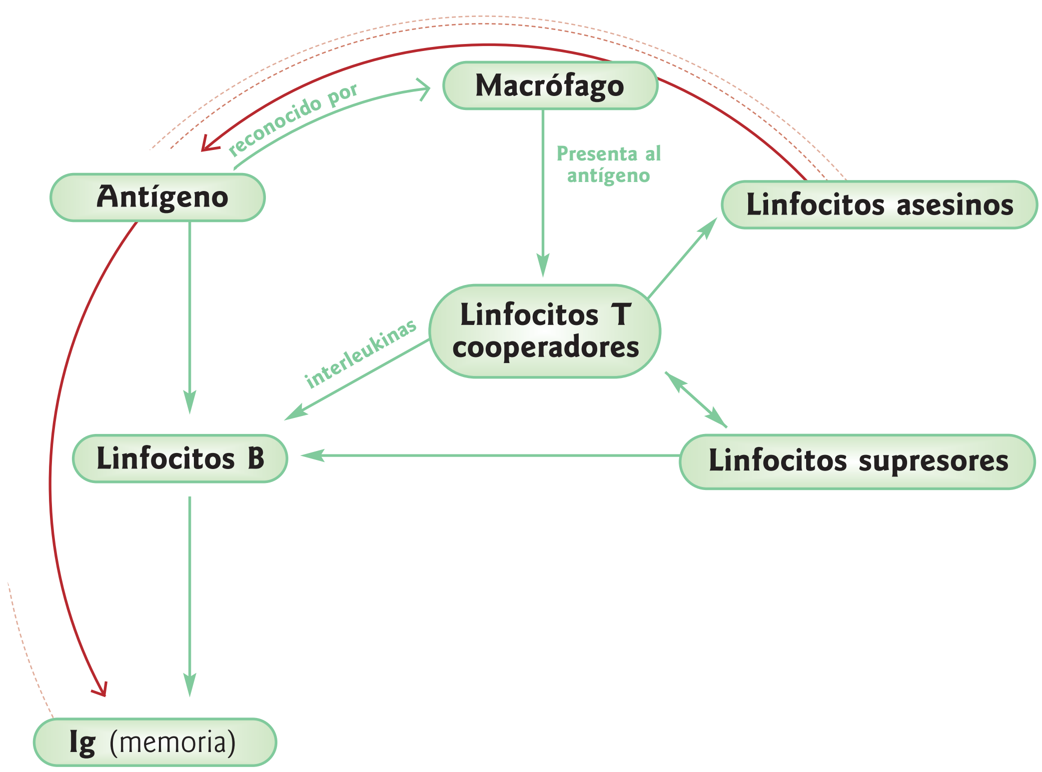


La IgA se concentra en los fluidos del cuerpo y protege, por lo tanto, las entradas del cuerpo.

La IgM permanece en el torrente sanguíneo, donde destruye bacterias.

*La **memoria inmunológica** consiste en la capacidad funcional de los linfocitos T de responder más rápida y específicamente a un estímulo antigénico, cuando el antígeno involucrado ha sido reconocido por el sistema inmune debido a un contacto previo.*

RESPUESTA INMUNITARIA CELULAR Y HUMORAL



La lactancia es una fuente importante de inmunidad para los niños.



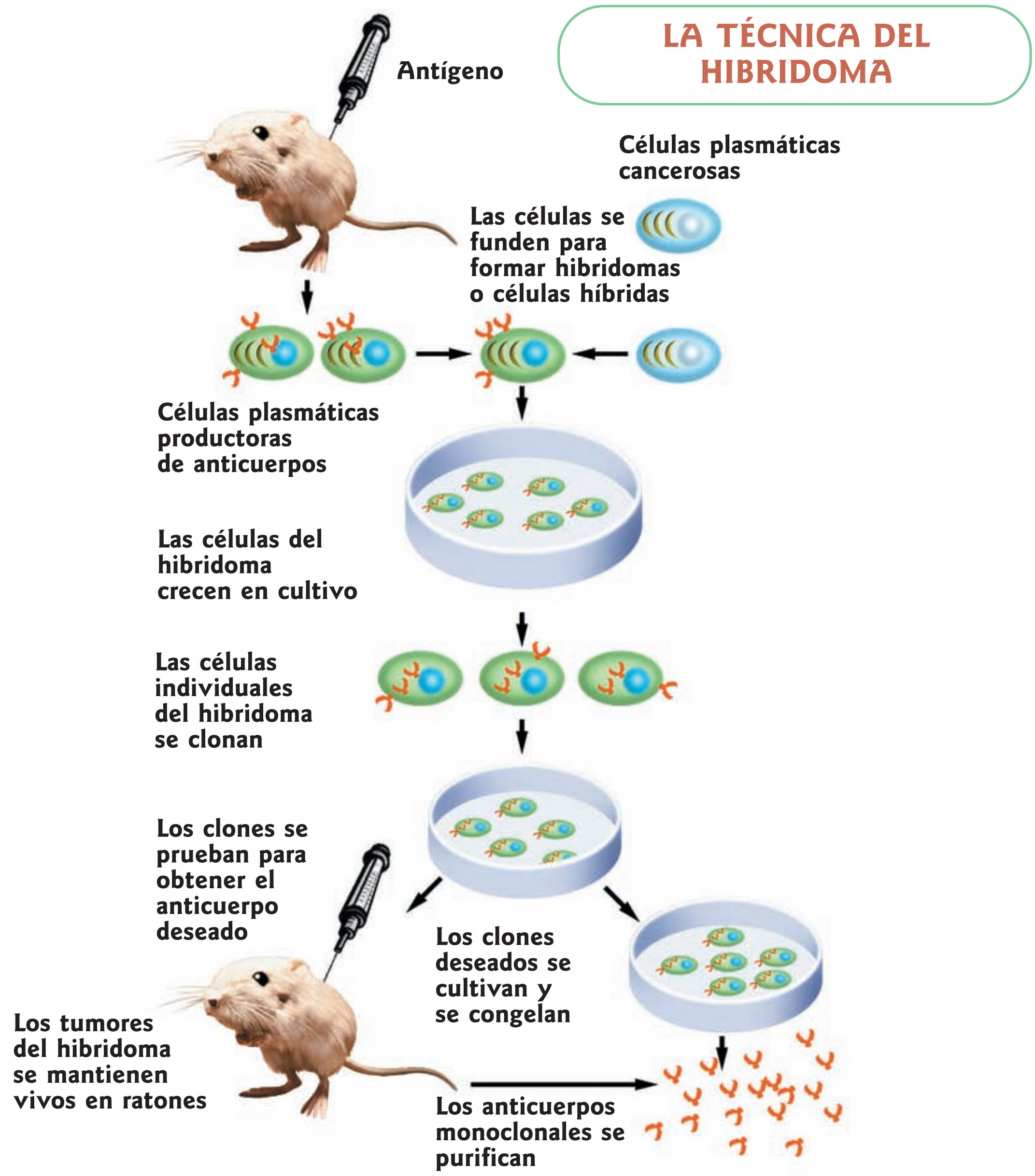
Clases de inmunidad

El término *inmunidad* se refiere a la capacidad de resistencia de los organismos vivos frente a la virulencia de los diferentes tipos de microorganismos que alteran el estado general de la salud.
La inmunidad puede ser activa o pasiva.

- **Inmunidad activa**: cuando se adquiere por contacto con un antígeno; por ejemplo, al padecer una enfermedad (**inmunidad natural**), o cuando se aplica una vacuna (**inmunidad artificial**).
- **Inmunidad pasiva**: es la que se adquiere a través de los anticuerpos maternos durante el proceso de gestación o de lactancia (**natural**), o por la administración de sueros o de inmunoglobulinas (**artificial**). Respecto de la inmunidad pasiva artificial, el material utilizado para inducirla es el suero que contiene antígenos, es decir, el **antisuero** o **antitoxina**.

La técnica del hibridoma permite la fabricación de anticuerpos específicos.

Fuente: Instituto Nacional del Cáncer, España.





Las vacunas

Son preparados que se elaboran con gérmenes, generalmente muertos, o con las toxinas de éstos, de **virulencia atenuada**. Al aplicarlas, los linfocitos producen anticuerpos. Cuando la persona se pone en contacto con el agente patógeno de la enfermedad para la que fue vacunada, gracias a la **memoria inmunológica de los linfocitos**, la enfermedad no se desarrolla. Esta respuesta inmune demora de dos a cuatro semanas en establecerse, pero su duración es prolongada.
Las vacunas se emplean como medida preventiva para proteger a la persona contra futuros ataques de agentes patógenos.

Trastornos linfáticos e inmunológicos

El sistema linfático, si bien está especializado en la defensa del organismo, puede presentar problemas, como cualquier otro sistema del cuerpo humano. Las consecuencias son afecciones de mayor o menor complejidad.

La inflamación

Es la respuesta de los tejidos cuando se producen en ellos irritación o lesión. Por medio de este mecanismo, las células de defensa que circulan en la sangre pueden llegar a las zonas donde hay invasión microbiana o daño tisular.

Cuando se produce un daño como los mencionados, las arteriolas se contraen para evitar pérdida de sangre, los vasos sanguíneos pequeños se dilatan para aumentar el flujo de sangre y aumenta la permeabilidad del tejido vascular para que salgan más fácilmente los factores de defensa. Al llegar a los tejidos, los macrófagos eliminan bacterias invasoras y destruyen las células lesionadas. También liberan una sustancia que atrae los *fibroblastos*, necesarios para remodelar el tejido perdido en una lesión.

Si este proceso no se cumple hasta la eliminación total de los elementos nocivos, se produce una *inflamación crónica*.



Síndromes linfáticos de las extremidades

Estos síndromes pueden adquirir una distribución más o menos circunscripta, como acontece en los distintos tipos de **linfangitis**, o universal, como sucede en el **linfedema**.

Las **linfangitis agudas** pueden tener carácter superficial (reticular o troncular) o profundo. El síndrome infeccioso y la "puerta de entrada" cercana son comunes a las dos formas.

El aspecto de la piel permite individualizarlas fácilmente. En la **linfangitis reticular**, la zona afectada adquiere el aspecto de placas rojizas calientes. En la **linfangitis troncular**, la rubicundez es lineal en el trayecto de los troncos linfáticos hacia sus estaciones ganglionares.

El **edema linfático** tiene consistencia mediana, es indoloro, bien delimitado, no modifica la coloración de la piel y disminuye inicialmente en forma parcial durante el reposo. Se acentúa en forma progresiva y, finalmente, le otorga a la extremidad (por ejemplo, la pierna) un aspecto grosero.

El **linfedema** consiste en una hinchazón de los miembros inferiores, o de uno de los superiores por la acumulación de linfa en los tejidos blandos, como consecuencia de una *estasis linfática*.

El uso de vendas elásticas, el masaje (fisioterapia) para producir el drenaje linfático) y el ejercicio pueden aliviar, prevenir o reducir el edema linfático.

Respuestas no deseadas

Las inflamaciones que tienen su origen en los mecanismos inmunitarios se denominan *reacciones de hipersensibilidad*.

Algunas respuestas son muy veloces y no dan tiempo a los mecanismos reguladores. Tal es el caso de las **reacciones alérgicas agudas** y el *shock* **anafiláctico**, que se caracterizan por la contracción severa de los bronquios y excesiva secreción de mucosidad, lo que reduce el paso del aire a los pulmones, lagrimeo, salivación, enrojecimiento de la piel.

El rechazo por trasplantes y por transfusiones también se deben a una reacción de hipersensibilidad.

El edema es la acumulación anormal de líquido en el espacio intersticial.
Se denomina edema común al compuesto por agua y sal, y linfedema, a la acumulación de linfa.

Clínicamente, el **linfedema** se caracteriza por un proceso que infiltra y edematiza globalmente la extremidad afectada y la deforma, y el volumen del miembro llega a duplicar su dimensión original.
El elevado contenido proteico de la linfa en los linfedemas no inflamatorios provoca un endurecimiento de los tejidos y le confieren al **linfedema** un carácter irreversible.
La deformación del miembro se acentúa en forma progresiva, aquél aumenta su volumen ostensiblemente, y la piel se torna acartonada, con la apariencia de cáscara de naranja. Estas características son propias de la llamada *elefantiasis*.
El **linfedema** puede ser congénito o adquirido. El primero se presenta en forma aislada o familiar (*enfermedad de Milroy*) y aparece desde el nacimiento o durante la infancia. Otro tipo de **linfedema no inflamatorio**, **calificado también primario, idiopático o precoz**, se observa generalmente en mujeres en épocas vecinas a la pubertad.
El **infedema adquirido** de los miembros inferiores suele ser secundario a procesos inflamatorios o tumorales que obstruyen los vasos linfáticos o engloban los ganglios de los que son tributarios.

Leucemia

Es la formación de una cantidad excesiva de glóbulos blancos o leucocitos. Estos leucocitos son inmaduros: no sirven para defender el organismo de las infecciones. Por esa razón, el sistema de defensa de las personas que sufren leucemia se altera y es importante evitar infecciones. Al mismo tiempo, estos glóbulos blancos inútiles invaden los tejidos de la mayoría de los órganos y provocan su mal funcionamiento.

El sida (**síndrome de inmunodeficiencia adquirida**)

Es un conjunto de manifestaciones que responden a la destrucción del sistema inmunológico a causa del virus llamado HIV o virus de la inmunodeficiencia humana. Como consecuencia, ciertos gérmenes que colonizan habitualmente el organismo se vuelven patógenos, ya que no posee los medios para neutralizarlos.
El virus se aloja en todos los líquidos orgánicos, pero solamente es infectante cuando se encuentra en las secreciones sexuales, en la sangre y, en menor proporción, en la leche materna. Durante la **primera fase**, pueden aparecer fiebre, dolores musculares y articulares, adenopatías, erupciones cutáneas y dolores abdominales. En una **segunda fase**, los síntomas se agravan y aparecen adenopatías generalizadas y tumefacción persistente de los ganglios linfáticos. En su **fase crónica**, se presentan infecciones oportunistas, como neumonía y sarcoma de Kaposi, tumores, desnutrición y trastornos neurológicos.
Aún no existe tratamiento definitivo ni vacuna para prevenirlo, pero los enfermos logran una mejor calidad de vida con los medicamentos adecuados.
La mejor forma de evitar el **contagio** es estar bien informados y actualizados sobre su contagio. El uso de preservativos, la consulta precoz con el facultativo, los exámenes obligatorios prenupciales en ambos contrayentes y los prenatales en el embarazo incipiente pueden ayudarnos a combatir la enfermedad.
Actualmente, se utilizan técnicas médicas para asisitir a las mamás con sida durante el embarazo y en el momento del parto, y evitar así que los bebés se contagien.

CONDUCTAS PREVENTIVAS DEL SIDA



- Utilizar siempre guantes y materiales descartables en las prácticas médicas.



- Emplear agujas descartables.



- Usar siempre preservativos o condones en las relaciones sexuales.

Se denomina linfadenopatía al aumento de tamaño, consistencia o número de los ganglios linfáticos. Algunos ganglios pequeños son palpables en niños y jóvenes sanos.

Glosario

Términos de anatomía, fisiología y medicina



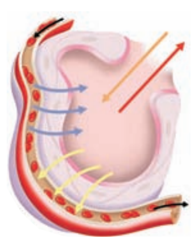
En esta sección, presentamos una lista de vocablos específicos ordenada alfabéticamente, de modo que puedan hallar su significado y acceder fácilmente a dichos conceptos, sin necesidad de realizar una búsqueda exhaustiva en las páginas de la obra. De otro modo, podrán buscar el significado de un término y luego ampliar el concepto mediante la lectura del tema relacionado.



ADN



Anafase



Alvéolo

ABSORCIÓN. En fisiología, movimiento de agua y sustancias disueltas hacia el interior de una célula, tejido u organismo.

ACEPTOR DE ELECTRONES. Sustancia que acepta o recibe electrones en una reacción de óxido-reducción.

ACETILCOLINA. Uno de los neurotransmisores responsables del paso de los impulsos nerviosos a través de las uniones sinápticas.

ÁCIDO. Sustancia que libera hidrogeniones en el agua, que tiene un pH inferior a 7.

ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO. Es el portador de la información genética en las células; consiste en dos cadenas complementarias de nucleótidos principales —el ADN y el ARN— enrolladas en una doble hélice, que puede autoreplicarse y también codificar la síntesis de ARN.

ÁCIDO NUCLEICO. Macromolécula consistente en nucleótidos; los tipos principales son ADN y ARN.

ÁCIDO RIBONUCLEICO. Clase de ácido nucleico, caracterizada por la presencia del azúcar ribosa y de la pirimina uracilo. Comprende el ARNm, ARNt, ARNr.

ACNÉ. Afección de la piel que se caracteriza por la retención de la secreción de las glándulas sebáceas, y las alteraciones de tipo inflamatorio e infeccioso que pueden ocurrir en estas glándulas.

ACROMEGALIA. Estado que se caracteriza por el crecimiento excesivo del esqueleto, particularmente las extremidades distales, producido por el exceso de secreción de la hormona de crecimiento por parte de la pituitaria.

ACROSOMA. Estructura del extremo de la cabeza del espermatozoide, que se pone en contacto y perfora el óvulo durante la fecundación.

ACTINA. Una de las dos proteínas principales del músculo (la otra es la miosina), constituyente principal de los filamentos finos.

ADAPTACIÓN. Acomodación o ajuste de un organismo a su ambiente.

ADENINA. Pirimidina que forma parte de los nucleótidos y de los ácidos nucleicos.

ADENOSINA. Compuestos orgánicos fosforilados, que actúan en la transferencia de energía dentro de las células.

ADP. Abreviatura de difosfato de adenosina.

ADRENAL - ADRENALINA. 1) Glándula endocrina. 2) Hormona producida por la médula suprarrenal.

AEROBIO. Organismo que requiere oxígeno.

AGENTE PATÓGENO. Agente biológico responsable de la producción de una enfermedad.

ALANTOIDES. Una de las membranas extraembrionarias; funciona como portadora de los vasos sanguíneos hacia y desde la placenta.

ALCALINO. Producido por sustancias que liberan hidroxiliones en el agua, de pH superior a 7.

ALCOHOLEMIA. Concentración del alcohol en la sangre.

ALDOSTERONA. Hormona producida por la corteza suprarrenal, que afecta la concentración de los iones en la sangre, estimula la reabsorción de sodio y la excreción de potasio por el riñón.

ALELO. Un gen de un grupo de genes alternativos, que puede ocupar un determinado lugar en el cromosoma. Un dominante y su correspondiente recesivo son genes alelos.

ALIMENTO. Toda sustancia o mezcla de sustancias naturales o elaboradas que aportan al organismo la materia y la energía necesarias para el desarrollo de sus procesos biológicos.

ALVÉOLO. Pequeña cavidad o cámara de los pulmones; el alvéolo es la unidad estructural y funcional del pulmón.

AMILASA. Enzima que provoca la descomposición de los polisacáridos en unidades de hidratos de carbono más pequeñas.

AMINOÁCIDO. Ácido que contiene un grupo amino, constituyente de las proteínas.

AMNIOS. Membrana que rodea un espacio ocupado por líquido. La cavidad amniótica, en la cual está el embrión.

ANAEROBIO. Organismo que puede vivir sin oxígeno.

ANAFASE. En la mitosis y en la meiosis II, estadio en que las cromátidas de cada cromosoma se separan y van a los polos opuestos; en la meiosis I, estadio en que los cromosomas

homólogos se separan y migran a los polos opuestos.

ANATOMÍA. Ciencia que estudia la morfología de los seres vivos.

ANDRÓGENO. Hormona perteneciente a un grupo de hormonas sexuales masculinas.

ANEMIA. Reducción del número de glóbulos rojos o de la cantidad de hemoglobina, o bien de ambos factores, por unidad de volumen de sangre.

ANOREXIA NERVIOSA. Patología alimentaria que consiste en no comer, debido a un único objetivo: ser delgado.

ANTICUERPO. Sustancia que produce el organismo como reacción ante la entrada de un antígeno.

ANTÍGENO. Sustancia capaz de provocar la formación de un anticuerpo.

AORTA. Arteria principal de todo sistema circulatorio sanguíneo; la aorta envía sangre oxigenada a los tejidos.

APARATO DE GOLGI. Componente especial del citoplasma celular, que sirve para segregar sustancias y formar membranas que rodean a las vacuolas.

ARTERIA. Vaso que sale del corazón y que posee tejidos elásticos en sus paredes.

ÁTOMO. Partícula más pequeña en que puede dividirse un elemento químico. Consiste en un núcleo central, con protones, neutrones y electrones que se mueven en torno al núcleo.

ATP. Abreviatura de *Adenosín trifosfato*.

AURÍCULA. Cámara cardíaca de fina pared, que recibe la sangre y la pasa a un ventrículo.

AUTÓNOMO. Autocontrolado, que no depende de influencias externas.

AUTOSOMA. Todo cromosoma que no sea un cromosoma sexual. El ser humano tiene 22 pares de autosomas y un par de cromosomas sexuales.

AXÓN. Prolongación de una célula nerviosa, que conduce los impulsos fuera del cuerpo celular, es decir, con dirección centrífuga.

BACILO. Cualquier bacteria en forma de bastón.

BACTERIA. Organismo pequeño, unicelular, caracterizado por la presencia de un núcleo diferenciado; su material genético está disperso en grumos por el citoplasma.

BASE NITROGENADA. Molécula que contiene nitrógeno y posee propiedades básicas, por ejemplo, purinas y pirimidinas.

BICÚSPIDE. Terminada en dos puntas, como la válvula auriculoventricular izquierda.

BILIS. Secreción amarilla del hígado que se almacena en la vesícula biliar.

BIOPSIA. Extracción y examen, por lo general microscópico, de tejidos procedentes de un organismo vivo, con fines diagnósticos.

BLÁSTULA. Fase temprana del desarrollo animal, cuando el embrión es una esfera hueca de células.

BOCIO. Hipertrofia de la glándula tiroides.

BRONQUIO - BRONQUIOLO. 1) Rama principal de la tráquea. 2) Rama más pequeña de un bronquio.

BULBO RAQUÍDEO. Región más posterior del encéfalo de los vertebrados, conectado con la médula espinal.

BULIMIA. Patología alimentaria que consiste en una gran voracidad, sin fuerza de voluntad para detenerla, seguida por un sentimiento de culpa que lleva a tratar de expulsar los alimentos ingeridos.

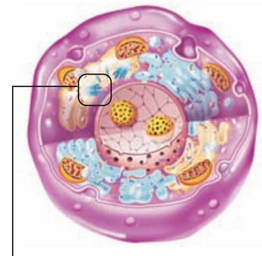
CALORÍA. Unidad de calor, definida como la cantidad de calor que se precisa para elevar en 1 °C la temperatura de un gramo de agua.

CALOSTRO. Líquido blanco-amarillento secretado por la glándula mamaria los dos o tres primeros días después del parto. Es rico en proteínas, minerales y anticuerpos maternos.

CARIOGAMIA. Fusión de los núcleos durante la fecundación.

CENTRÍOLO. Cuerpo citoplasmático que forma el huso polar durante la mitosis y la meiosis.

CEREBELO. Parte del encéfalo que coordina los movimientos musculares voluntarios.



Centríolos



Bulbo raquídeo



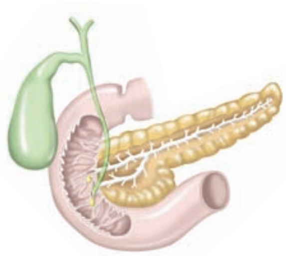
Cerebelo



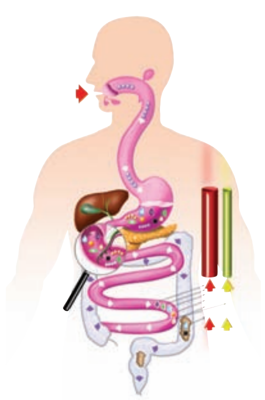
Cromosoma



Ovulación, folículo de Graaf



Duodeno



Digestión

CEREBRO. Parte del encéfalo que regula la mayor parte de las funciones voluntarias y es asiento de las facultades mentales más elevadas.

CETONURIA. Presencia de acetona en la orina.

CIRROSIS. Enfermedad en la cual el tejido normal del hígado es reemplazado por cicatrices fibrosas que impiden el cumplimiento de las funciones hepáticas.

CITOPLASMA. La materia viva de una célula, entre la membrana celular y el núcleo.

CLOROPLASTO. Organoide presente en las células vegetales que contiene clorofila.

COLON. Porción del intestino grueso, entre el ciego y el recto.

CONGÉNITO. Nacido con el individuo; innato, que existe desde el nacimiento o antes de él.

CORION. Cubierta externa que rodea el embrión y contribuye a formar la placenta.

CRETINISMO. Estado anormal que resulta de la escasa actividad de la tiroides en individuos jóvenes.

CROMOSOMA. Cuerpo filamentoso del núcleo de la célula, que contiene los genes.

CUADRIPLEJIA. Parálisis de los cuatro miembros.

CUERPO LÚTEO. Cuerpo que segrega progesterona en los ovarios, formado por los restos del **folículo de Graaf**.

DENDRITA. Prolongación filamentosa corta de una célula nerviosa, que conduce los impulsos nerviosos desde su extremidad hacia el cuerpo, es decir, tiene conducción centrípeta.

DEPENDENCIA FÍSICA. Estado de necesidad de consumir drogas, debido a que el organismo las ha incorporado a su metabolismo normal y las células empiezan a requerirlas para cumplir sus funciones vitales.

DESNUTRICIÓN. Trastorno de la nutrición por defecto de la asimilación o exceso de desasimilación.

DIABETES. Estado anormal, caracterizado por la insuficiencia de insulina, excreción de azúcar en la orina y altos niveles de glucosa en sangre.

DIAFRAGMA. Músculo respiratorio que en los humanos separa la caja torácica de la cavidad abdominal.

DIÁSTOLE. Fase de relajación de las aurículas y los ventrículos, durante la cual las cavidades se llenan de sangre.

DIFUSIÓN. Transporte pasivo que ocurre desde un lugar de mayor concentración de la sustancia a difundir hacia un lugar de menor concentración de dicha sustancia.

DIGESTIÓN. Degradación de alimentos complejos en sus componentes más simples. En la digestión química intervienen las enzimas digestivas.

DIPLOIDE. Doble número de cromosomas que es característico de una célula somática de un humano.

DISACÁRIDO. Azúcar compuesta por dos monosacáridos.

DOMINANCIA. Atributo funcional de los genes. Un gen dominante manifiesta todo su efecto prescindiendo del efecto del alelo que lo acompañe.

DROGA. Sustancia capaz de producir cambios en el organismo.

DUODENO. Primera porción del intestino delgado, entre el estómago y el yeyuno-íleon.

EFECTOR. Glándula o músculo que efectúa la respuesta en el arco reflejo.

EMBRIÓN. Primer estadío del desarrollo de un organismo, a partir del huevo o cigoto hasta los tres meses de gestación, en los humanos.

ENFISEMA. Estado de un tejido que ha perdido la elasticidad al ser distendido por gases, como sucede, debido al aire, en los alvéolos pulmonares.

ENZIMA. Proteína que cataliza una reacción y aumenta su velocidad.

EPIDÍDIMO. Conducto espermático que se enrolla como un casquete sobre el testículo. Allí maduran los espermatozoides.

EPIGLOTIS. Cartílago de la laringe que cierra la comunicación con ella durante la deglución, para evitar que los alimentos entren en la vía aérea.

ERITROBLASTOSIS FETAL. Enfermedad

hemolítica del recién nacido, que se produce cuando la madre es Rh negativo y desarrolla anticuerpos contra un feto Rh positivo.

ERITROCITO. Glóbulo rojo de la sangre.

ESCROTO. Bolsa espermática externa que contiene los testículos.

ESGUINCE. Torcedura o distensión violenta de una articulación, que puede llegar a la rotura de los ligamentos.

ESÓFAGO. Parte del tubo digestivo ubicada entre la faringe y el estómago.

ESPERMATOZOIDE. Célula sexual masculina.

ESPINILLA. Tapón de materia sebácea, polvo y elementos epiteliales, acumulados en el conducto excretor de las glándulas sebáceas, principalmente en la nariz, la mejilla y la frente.

ESTÍMULO. Todo cambio interno o externo que influye sobre la actividad de un organismo o de una parte de él.

ESTRÓGENO. Hormona segregada por el ovario.

EXANTEMA. Erupción o eritema que se presenta en la epidermis.

EXOCITOSIS. Proceso por el cual las sustancias de desecho son expulsadas de las células. Pertenece a los transportes activos.

FARINGE. Órgano del sistema digestivo ubicado entre la boca y el esófago. Este órgano cumple una función digestiva y respiratoria.

FECUNDACIÓN. Unión del óvulo y el espermatozoide.

FETO. Ser humano en vías de desarrollo, a partir del tercer mes de su gestación hasta el nacimiento.

FRACTURA. Ruptura de la continuidad existente en un hueso, producida como consecuencia de un traumatismo.

GAMETO. Célula reproductora que debe fusionarse con otras antes de que pueda desarrollarse.

GAMMAGLOBULINA. Fracción de las globulinas del suero sanguíneo, que comprende la mayoría de los anticuerpos.

GANGLIO. Aglomeración de cuerpos de células nerviosas; en los vertebrados, aglomeración de cuerpos de células nerviosas que está fuera del sistema nervioso central.

GASTRINA. Hormona producida por la pared del estómago cuando el alimento se pone en contacto con dicha pared; estimula otras partes de ésta para que segreguen los jugos gástricos.

GASTROENTERITIS. Inflamación del estómago y los intestinos.

GEN. Unidad de la herencia que está en el cromosoma; secuencia de nucleótidos en una molécula de ADN, que desempeña una función específica, como codificar una molécula de ARN o un polipéptido.

GENOMA. La totalidad de genes de un grupo haploide de cromosomas, es decir, la suma de todos los genes diferentes de una célula.

GENOTIPO. Constitución genética de una célula individual u organismo, en relación con un solo rasgo o conjunto de rasgos. Suma total de todos los genes presentes en un individuo.

GESTACIÓN. Proceso o período en que el feto es albergado en el útero.

GLÁNDULA. Órgano constituido por células epiteliales modificadas, que se han especializado para producir una o más secreciones, que se descargan al exterior de la glándula.

GLOBULINA. Una de las clases de proteínas presentes en el plasma sanguíneo; puede actuar como anticuerpo.

GLOMÉRULO. Pequeña red de capilares sanguíneos que se encuentra en la cápsula, en forma de copa, de un nefrón.

GLOTIS. Abertura, en forma de hendidura, en la laringe, formada por las cuerdas vocales.

GLUCAGÓN. Hormona pancreática que eleva la concentración de glucosa en la sangre.

GLUCEMIA. Concentración de glucosa en la sangre.

GLUCÓGENO. Carbohidrato complejo (polisacárido). Es una de las principales sustancias alimenticias, que se almacenan en la mayoría de los animales y los hongos; mediante hidrólisis, se convierte en glucosa.

GLUCÓLISIS. Descomposición respiratoria de la glucosa (o almidón o glucógeno) en ácido pirúvico.



Feto



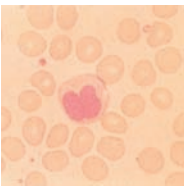
Gammaglobulina



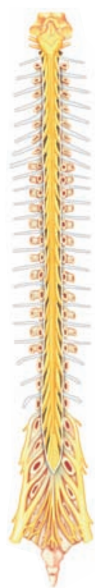
Ganglio linfático



Laringe



Linfocito



Médula espinal

GLUCOSURIA. Presencia de glucosa en orina.

HAPLOIDE. Número de cromosomas característico de un gameto maduro de una determinada especie.

HEMOFILIA. Grupo de enfermedades hereditarias, caracterizadas por que la sangre no coagula; esto ocasiona hemorragias excesivas hasta por heridas menores.

HEMOGLOBINA. Proteína de la sangre de los vertebrados, que contiene hierro y transporta oxígeno.

HEMORRAGIA. Salida más o menos copiosa de la sangre de los vasos, por rotura accidental o espontánea de éstos.

HERMAFRODITA. Organismo que posee estructuras reproductoras masculinas y femeninas.

HIPERGLUCEMIA. Aumento excesivo de glucosa en la sangre.

HIPERTÓNICO. Que ejerce mayor presión osmótica que el medio situado al otro lado de una membrana semipermeable, es decir, que posee una mayor concentración de partículas y que adquiere agua durante la ósmosis.

HIPOACÚSICO. Persona con disminución de la sensibilidad auditiva.

HIPÓFISIS. Glándula endocrina de los vertebrados, cuyo lóbulo anterior secreta hormonas tróficas, hormona del crecimiento y prolactina, y es estimulada mediante secreciones hipotalámicas; su lóbulo posterior almacena y libera oxitocina y ADH, producidas por el hipotálamo.

HIPOTÁLAMO. Región del encéfalo de los vertebrados, ubicada justo debajo de los hemisferios cerebrales; es responsable de la integración de muchos patrones de comportamiento básico que entrañan correlaciones de funciones neurológicas y endocrinas.

HIPOTÓNICO. Que ejerce menos presión osmótica que el medio que se encuentra al otro lado de una membrana semipermeable; es decir, que posee menos concentración de partículas y que pierde agua durante la ósmosis.

HORMONA. Molécula orgánica secretada, por lo general, en cantidades minúsculas en una parte del organismo, que regula la función de otro tejido u órgano.

HUÉSPED. Organismo sobre el cual o dentro del cual vive un parásito; receptor de un tejido injertado.

IMPULSO NERVIOSO. El potencial eléctrico rápido, transitorio y autopropagado a través de una membrana de la fibra nerviosa.

INFARTO. Área de tejido que ha sido privada de circulación sanguínea por una obstrucción en los vasos sanguíneos.

INFECCIÓN. Es el ingreso, el desarrollo y la multiplicación de agentes patógenos.

INGESTIÓN. Toma de alimento desde el medio ambiente hacia el sistema digestivo.

INMUNIDAD. Estado de resistencia del organismo que le permite defenderse de los microorganismos y sus toxinas.

INSULINA. Hormona peptídica que se produce en el páncreas y cuya acción disminuye la concentración de glucosa en la sangre.

INTERFERÓN. Proteína elaborada por células infectadas por virus, que inhibe la multiplicación viral.

INTERNEURONAS. Neuronas que transmiten impulsos nerviosos de una neurona a otra dentro del sistema nervioso central; puede recibir y transmitir impulsos nerviosos hacia muchas neuronas distintas y desde ellas.

ION. Todo átomo o molécula pequeña que contiene una cantidad desigual de electrones y protones, de modo que posee una carga neta positiva o negativa.

ISOTÓNICO. Que posee la misma concentración de solutos que otra solución.

LARINGE. Órgano productor del sonido; además, conduce el aire desde la faringe hacia la tráquea.

LEUCOCITO. Glóbulo blanco de la sangre.

LEUCOPLASTO. Orgánulo celular de los vegetales, incoloro, que sirve como depósito de almidón.

LINFA. Líquido incoloro derivado de la sangre mediante filtración a través de las paredes capilares en los tejidos, que es transportado en vasos linfáticos especiales.

LINFOCITO. Un tipo de glóbulo blanco, caracterizado por un núcleo arriñonado, formado de los tejidos linfáticos.

LIPASA. Enzima digestiva que degrada los lípidos.

LÍPIDO. Sustancia orgánica insoluble en agua, y soluble en solventes orgánicos.

LISOSOMA. Orgánulo membranoso en el cual se segregan enzimas hidrolíticas.

LOCUS. En genética, posición de un gen en un cromosoma.

MALTOSA. Disacárido formado por la unión de dos unidades de glucosa.

MAPA CROMOSÓMICO. Diagrama lineal de los genes de un cromosoma.

MECONIO. Sustancia pardo-verdosa y viscosa, que evacua el recién nacido.

MÉDULA ESPINAL. Órgano del sistema nervioso central, que se comunica por arriba con el bulbo raquídeo y está contenida dentro del conducto raquídeo.

MEIOSIS. División celular en la que se reduce el número de cromosomas a la mitad. Reproducción característica de las células sexuales.

MEMBRANA PLASMÁTICA. Membrana que rodea al citoplasma de una célula.

MENSTRUACIÓN. Expulsión de tejido uterino y de sangre por la vagina, al final de un ciclo menstrual en el que no ha habido fecundación.

METABOLISMO. Suma de todas las reacciones químicas que ocurren dentro de una célula u organismo.

MIELINA. Vaina grasosa nacarada que envuelve al axón y aumenta su velocidad de conducción.

MIOFIBRILLA. Filamento contráctil dentro de una célula, especialmente una célula muscular o una fibra muscular.

MIOSINA. Una de las proteínas principales del músculo; constituye los filamentos gruesos.

MITOCONDRIA. Orgánulo celular responsable de la respiración celular.

MITOSIS. División celular, caracterizada por la replicación de los cromosomas y la formación de dos células hijas idénticas.

MITRAL. Válvula situada entre la aurícula y el ventrículo izquierdos del corazón.

MUTACIÓN. Cambio de una forma alélica a otra que experimenta un gen.

NEFRÓN. Unidad estructural y funcional del riñón, encargado de elaborar la orina.

NERVIO. Grupo o haz de fibras nerviosas con su respectivo tejido conjuntivo, que está en el sistema nervioso periférico.

NEURONA. Unidad estructural, funcional y de origen del tejido nervioso.

NÚCLEO. Estructura contenida en las células, que regula el funcionamiento y la información genética de éstas.

NUCLEÓTIDO. Molécula compuesta por un fosfato, un azúcar de cinco carbonos y una base púrica o pirimídica.

OBESIDAD. Acumulación excesiva de grasa dentro del organismo.

OOCITO. Célula que, mediante meiosis, origina un óvulo.

ÓRGANO. Grupo de tejidos diferenciados que cumplen una misma función.

ORINA. Ultrafiltrado del plasma, elaborado en el nefrón.

OVARIO. Órgano productor de óvulos y hormonas femeninas.

OVIDUCTO. Tubo que conecta los ovarios con el útero.

OVULACIÓN. Salida del óvulo desde el ovario a las trompas de Falopio.

ÓSMOSIS. Difusión de agua a través de una membrana semipermeable.

PÁNCREAS. Glándula anexa del sistema digestivo; mixta, porque produce jugo pancreático y segrega hormona insulina.

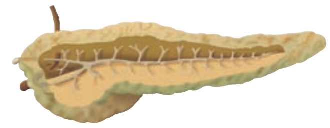
PARAPLEJIA. Parálisis en ambos miembros inferiores.

PARASIMPÁTICO. Subdivisión del sistema nervioso autónomo.

PARED CELULAR. Estructura rígida que mantiene la forma de las células vegetales.

PATOLOGÍA. Rama de la medicina que estudia las enfermedades y los trastornos que producen en el organismo.

PERISTALTISMO. Movimientos de contracción y relajación sucesivas de los músculos que forman el tubo digestivo. Estos movimientos son



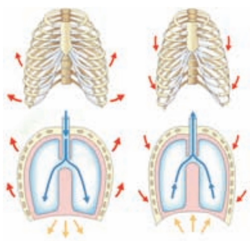
Páncreas

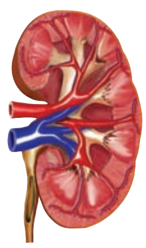


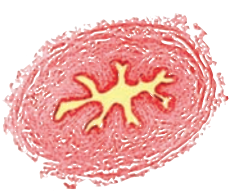
Neurona



Nefrón


Respiración


Riñón


Uréter

los responsables de la digestión mecánica de los alimentos.

PH. Símbolo que denota la concentración relativa de hidrogeniones en una solución.

PÍLORO. Abertura que comunica el estómago con el duodeno.

PINOCITOSIS. Absorción de gotitas de líquido a través de la superficie celular.

PLACENTA. Órgano que comunica a la madre con el feto, y que sirve como órgano de nutrición, de respiración y de excreción.

PLEXO. Retículo, especialmente de nervios o de vasos sanguíneos.

POLIFAGIA. Aumento excesivo del apetito.

POLIDIPSIA. Sed excesiva.

POLIPÉPTIDO. Larga cadena de aminoácidos, unidos entre sí por enlaces peptídicos.

POLISACÁRIDO. Hidrato de carbono formado por la unión de muchos monosacáridos.

POLIURIA. Aumento excesivo de la cantidad de orina.

PROGESTERONA. Hormona sexual femenina producida por el cuerpo amarillo, que prepara el útero para la implantación del embrión.

PROTEÍNA. Compuesto orgánico complejo, constituido por una o más cadenas polipeptídicas, cada una formada por muchos aminoácidos unidos por enlaces peptídicos.

QUERATINA. Proteína perteneciente al grupo de las fibrosas y resistentes, formadas por ciertos tejidos epidérmicos, abundante en la piel, las uñas, y el pelo.

RECESIVO. Gen enmascarado por uno dominante.

RECTO. Porción del intestino grueso, ubicado entre el colon descendente y el ano.

REFLEJO. Unidad de acción del sistema nervioso.

RESPIRACIÓN. Captación de oxígeno para oxidar los alimentos y así obtener la energía necesaria para vivir. Como producto de la respiración, se libera dióxido de carbono al ambiente.

RESPUESTA INMUNE. Reacción defensiva específica del organismo, frente a la invasión de algún agente extraño.

RETINA. Capa fotosensible del ojo.

RIBOSOMA. Organoide celular donde se fabrican las proteínas.

RIÑÓN. Órgano del sistema urinario que regula el balance de agua y solutos en la sangre, y la excreción de desechos nitrogenados con la orina.

SEMEN. Producto del aparato reproductor masculino, compuesto por los espermatozoides y los líquidos que los transportan.

SIMPÁTICO. Subdivisión del sistema nervioso autónomo.

SINAPSIS. Relación de contigüidad entre dos neuronas.

SÍNTESIS. Unión de dos o más moléculas de la cual resulta una molécula mayor.

SÍSTOLE. Período de contracción del ciclo cardíaco.

TESTÍCULO. Órgano que produce espermatozoides y también elabora testosterona, responsable de los caracteres sexuales secundarios masculinos.

TESTOSTERONA. Hormona sexual masculina, elaborada por los testículos.

TRANSPORTE ACTIVO. Transporte que requiere gasto de energía.

TRICÚSPIDE. Válvula cardíaca que comunica la aurícula derecha con el ventrículo derecho.

TRIPSINA. Enzima que digiere las proteínas en el duodeno. Esta enzima se encuentra en el jugo pancreático.

TROMBINA. Sustancia que participa en la coagulación de la sangre.

URÉTER. Tubo que lleva la orina desde el riñón hasta la vejiga urinaria.

URETRA. Conducto que comunica la vejiga urinaria con el orificio urinario.

ÚTERO. Órgano de la gestación y de la menstruación.

UTRÍCULO. Porción del oído interno que contiene los receptores del equilibrio dinámico del cuerpo; los conductos semicirculares entran y salen del utrículo.

VAGINA. Porción terminal, receptora del pene, en el sistema reproductor femenino.

VELLOSIDAD. Una de las saliencias digitiformes que revisten al intestino delgado, responsables del proceso de reabsorción.

VENTRÍCULO. Cámara musculosa del corazón, que recibe sangre de las aurículas y la bombea fuera del corazón, hacia los pulmones o hacia el resto del cuerpo.

VIRUS. Partícula no celular submicróscopica, constituida por un centro de ácido nucleico y una cubierta proteica; es parásita y sólo se produce dentro de una célula huésped.

VITAMINA. Cualquiera de diversas sustancias orgánicas, no emparentadas entre sí, que un determinado organismo no puede llegar a sintetizar pero que, en muy pequeñas cantidades, es esencial para su crecimiento y funciones normales.

FILE NOT FOUND (FNF)

Este libro fue distribuido por cortesía de:

Para obtener tu propio acceso a lecturas y libros electrónicos ilimitados GRATIS hoy mismo, visita:
http://espanol.Free-eBooks.net

Comparte este libro con todos y cada uno de tus amigos de forma automática, mediante la selección de cualquiera de las opciones de abajo:

Para mostrar tu agradecimiento al autor y ayudar a otros para tener agradables experiencias de lectura y encontrar información valiosa, estaremos muy agradecidos si "publicas un comentario para este libro aquí".

INFORMACIÓN DE LOS DERECHOS DEL AUTOR

Free-eBooks.net respeta la propiedad intelectual de otros. Cuando los propietarios de los derechos de un libro envían su trabajo a Free-eBooks.net, nos están dando permiso para distribuir dicho material. A menos que se indique lo contrario en este libro, este permiso no se transmite a los demás. Por lo tanto, la redistribución de este libro sín el permiso del propietario de los derechos, puede constituir una infracción a las leyes de propiedad intelectual. Si usted cree que su trabajo se ha utilizado de una manera que constituya una violación a los derechos de autor, por favor, siga nuestras Recomendaciones y Procedimiento de Reclamos de Violación a Derechos de Autor como se ve en nuestras Condiciones de Servicio aquí:

http://espanol.free-ebooks.net/tos.html